تفكيك ألغاز الدماغ


أهم جروبات علي تليجرام
باحثون
هنا سور الأزبكية
غواص في بحر الكتب
قناة مصر الثقافية و الفنية



تفكيك ألغاز الدماغ



أهم جروبات على تليجرام
باحثون
هنا سور الأزبكية
غواص في بحر الكتب
قناة مصر الثقافية و الفنية

سلسلة أدمغة

تفكيك

ألغاز الدماغ

مركز الدراسات والترجمة


أهم جروبات علي تليجرام
باحثون
هنا سور الأزبكية
غواصون في بحر الكتب
قناة مصر الثقافية و الفنية

الفهرس

الكتاب

للدماغ أسرار لم تكشف حتى اليوم، والأرجح أنها ستحتاج لاختبارات مكثفة، وجهد أجيال متعاقبة كي يصل الإنسان إلى فك الأحاجي التي تدهش العلماء، الذين وإن عرفوا النتائج إلا أنهم جهلوا لحظة متابعة الآلية، وكيفية الربط والتحليل، وإرسال الأوامر.

لكن المشهد ليس قاتماً إلى هذه الدرجة، بل على العكس، فنحن اليوم أمام ساحة مكشوفة وتحت الأنظار العلمية، حتى ولو كان المشهد ضبابياً ومعقداً.

الإيجابية في الأمر سببها هذا الكمُّ الهائل من الأبحاث التي تشرح الدماغ جراحياً وسيكولوجياً، بهدف خلق منهجية واضحة وثابتة، ترسم للعقل ملامح أشد اكتمالاً وأكثر تماسكاً.

الأمر يستأهل كل مجهود بشري ممكن، وكل مبلغ مالي ومهما كانت ضخامته، فما تحتويه جمجمة الإنسان من عجائب وقوة وأسرار منحها الخالق للإنسان دون غيره من الكائنات، تؤكد أن الدماغ هو المرتكز المفصلي الذي تدور حوله كل الأشياء الأخرى، لتصبح ثانوية فعلاً بالنسبة إلى عظمة هذه الكتلة ومحتواها.

الكتاب يسبر أغوار الدماغ من أكثر من جهة ويفنّد العديد من خصائص الدماغ وأدواره، وهو وإن حسم بعض الإشكاليات والأسئلة، فإنه يتحرك أمام ألغاز أخرى بشيء من الظن والاعتقاد حيث لا يمكن الإقرار بأي حتمية علمية موثقة.

ألغاز الكتلة الساحرة

سمات الدماغ البشري



إذا شاهدت دماغاً ينمو في جنين، فسترى خلايا منفردة تبعث بزوائدها لتكوين صلات مع بقية الخلايا. في العادة تمتد الزوائد نحو منطقة معينة وتصل حتى قبل وجود أهدافها. إن الخلية النامية تتحرك مثل لاعبي الهوكي الجيدين باتجاه حيث سيكون «القرص» وليس أين هو الآن. هذا مدهش!

لذا عندما نستنتج أن الذي يتفرّد به الإنسان عن بقية الكائنات الحية في كوكبنا، ذو صلة بوظائف أدمغتنا، فنحن نتحدث عن عضو قادر على تحقيق مستويات من الأداء بالكاد يمكن تصديقها.

لكن قبل انغماسنا في التفاصيل، دعوني ألخّص هنا بعض سمات رئيسة للدماغ البشري[1]:

(1) جيمس تريفل، هل نحن بلا نظير؟ عالم المعرفة، الكويت 2006، ص68 ـ 69.

1 ـ الإشارات تسافر خلال الخلية العصبية الواحدة عبر عملية كيميائية متعقدة وتُوصَّل إلى الخلايا العصبية الأخرى بانبعاث واستقبال جزيئات متخصصة. وهي ليست تياراً كهربياً اعتيادياً.

2 ـ الخلايا العصبية في الدماغ متصلة ببعضها البعض بكثافة. وهي تتجمع مع بعضها البعض في تشكيلات كروية تعرف باسم نواة nucleus أو في صفائح تعرف باسم قشرة cortex، تؤدي كلٌ منها وظائف شديدة التخصص. والتركيبة المتكاملة هي أشبه بمجموعة من القرى شبه المستقلة ذاتياً، منها بجهاز واحد شديد التناسق.

3 ـ ما نحن عليه وما نشعر به يعتمد على الطريقة التي تتحد بها الجزيئات في الدماغ. والتصور الجديد الذي لدينا عن كيفية أداء الوظائف كيميائياً في الدماغ يسبب ثورة في معالجتنا للأمراض النفسية. والأدوية المضادة للاكتئاب مثل البروزاك Prozac هي في الواقع من أولى ثمار هذه المعرفة.

4 ـ لقد بدأت للتو قدرتنا على رسم خريطة للوظائف في مختلف مناطق الدماغ (وفي بعض الأحيان لخلية عصبية واحدة)، وأن نفهم كيف يعمل النظام ككل.

المعمل الكيميائي الذي يجعلنا واعين[1]

مثل أي عضو آخر في الجسم، يتألف الدماغ من خلايا. المهمة

(1) المرجع السابق، ص69 ـ 70.

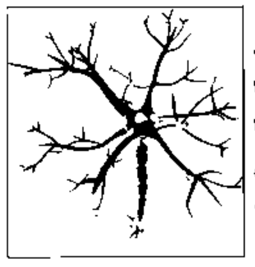
الأساس لكل الخلايا هي إتمام تفاعلات كيميائية، والخلايا التي تشكل الجزء الفاعل في الدماغ غير مستثناة من هذه القاعدة. فالإشارات في الجهاز العصبي للإنسان تنقلها الخلايا العصبية، ولكن هذه الإشارات مختلفة جداً عن أمور مثل التيارات الكهربية في الأسلاك والرقائق الصغيرة. والخطوة الأولى في فهم الدماغ هي فهم ماهية الخلايا العصبية وكيفية عملها.

الخلية العصبية، مثل كل بقية الخلايا في أشكال الحياة الأكثر تطوراً، لها بنية داخلية معقدة تشمل نواة (حيث يحفظ الحمض النووي)، وأماكن يحرق فيها الغذاء لإنتاج الطاقة، وأماكن تُصنع فيها جزيئات متباينة ومهمة لعمل الخلية. لكن من وجهة نظرنا، فإن الحوادث الأكثر أهمية التي تحدث في الخلية العصبية ذات صلة بالغشاء الخارجي ـ البنية التي تفصل الخلية عن بيئتها.

الخلية العصبية النموذجية في الدماغ لها بدن مركزي (فكر في هذا على أنه المكان الذي يحوي الآلية اللازمة لإبقاء الخلية عاملة)، وبنية تشبه الشجرة توصل إلى ما بعد الخلية. هذه البنية الشبيهة بالشجرة تتكون من جذع أساس والعديد من الأغصان، تعرف باسم الزوائد الشجيرية Dendrites. في العادة تتصل الخلايا العصبية المختلفة في الدماغ ببعضها البعض من خلال هذه الزوائد الشجيرية، ولكنها يمكن أن تقوم أيضاً مع أجزاء أخرى من الخلية العصبية. (فكر في الزوائد الشجيرية بوصفها مصدر الإدخال الرئيس في الخلية العصبية). بالإضافة إلى ذلك، هناك عصب طويل يدعى المحور axon يتفرع مبتعداً عن بدن الخلية الرئيس ويتشعب في تفرعات تتصل بخلايا عصبية متعددة.

وبواسطة عملية سنتطرق إليها بعد قليل، تمر الإشارة العصبية عبر المحور، ثم التفرعات لتتصل مع الخلايا العصبية الأخرى. (فكر في المحور كنظام الإخراج للخلية العصبية).

هل نحن بلا نظير؟



كل خلية عصبية تبعث إشارات إلى الأخريات، وبدورها تُرسل إليها إشارات عصبية من العديد من الخلايا العصبية الأخرى - ونموذجياً - تتصل كل خلية عصبية بآلاف أو ما يزيد على ذلك من الخلايا العصبية.

الخلية العصبية في الدماغ تشكل مجموعات ضخمة من الخلايا المترابطة. وحتى نصل إلى قدر من الفهم لمدى تعقيد النظام، تخيل نفسك في منطقة حضرية كتلك التي حول مدينة نيويورك - منطقة بها 10 ملايين شخص - ثم تخيل أنك تأخذ بكرة خيط (كبيرة) وتربط نفسك بحيث يكون هناك خيط يصل بينك وبين كل شخص آخر في المنطقة. ثم تخيل أن كل شخص في المنطقة يفعل مثلك. هل بمقدورك حتى أن تتخيل كمية الخيوط التي ستكون هناك، وكيف سيكون كل شخص متصلاً بالآخر؟ إن عدد الاتصالات في المدينة الموصولة بالخيط التي تخيلناها من فورنا هو تقريباً نفس عدد الاتصالات بين الخلايا العصبية في دماغك (على رغم أنه في الدماغ، كما سنرى، يكون نمط الاتصال مختلفاً عما هو في هذا المثال).

يحتوي غشاء الخلية العصبية عدداً من الجزيئات المختلفة تدعى مستقبلات receptors ناتئة للخارج في الوسط المحيط بالخلية من جهة، وناتئة لداخل الخلية من جهة أخرى. فكر في هذه المستقبلات كجبال جليدية طافية في غشاء الخلية. الجزء الخارجي من الجبل الجليدي عبارة عن جزيء ببنية ملتوية (تخيله قفلاً) ستلائم فقط جزيئاً ذا شكل معين في البيئة المحيطة (تخيله مفتاحاً). في الواقع، إن الشكل المنحوت يمكن المستقبلات من القيام بأدوار عديدة بدقة، بما في ذلك ما يلي[1]:

1 ـ العمل كأبواب (أو قنوات) تمر ذرات مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم من خلالها، وتحت ظروف معينة، إلى الداخل أو الخارج من الخلية العصبية.

2 ـ العمل كمضخات، إذ يتغير شكل الجزيئات، بحيث تقوم بنقل بعض الذرات من خارج الخلية إلى داخلها، في حين يجري نقل جزيئات أخرى من داخل الخلية إلى خارجها. أهم هذه المضخات بالنسبة إلينا هي التي تحرك أيونات الصوديوم (أي ذرات الصوديوم التي فقدت إلكتروناً) إلى خارج الخلية، وأيونات البوتاسيوم إلى الداخل. تضطلع مضخات الصوديوم بدور حيوي في انتشار الإشارة العصبية.

3 ـ العمل كمستقبلات، كما وصفنا سابقاً، فالجزيئات مصنعة بحيث تناسب شكل جزيئات أخرى في البيئة، تلك التي بدورها تحفز بدء التغيرات في العملية الكيميائية للخلية.

---

(1) المرجع السابق، ص71.

عندما لا ترسل الخلية العصبية إشارة (حالة يشير إليها علماء وظائف الأعضاء بالسكون resting)، تكون أغلب القنوات التي تسمح بدخول الصوديوم إلى الخلية مغلقة. في حين تكون أغلب قنوات البوتاسيوم مفتوحة. وفي الوقت ذاته، فإن جزيئات البروتين التي تشكل مضخات الصوديوم ـ البوتاسيوم تعمل على دفع أيونات الصوديوم إلى الخارج من الخلية وأيونات البوتاسيوم إلى الداخل. يمكنك التفكير في الطريقة التي تعمل بها هذه المضخة الجزيئية بتصور حفّارة ـ posthole ـ إحدى تلك الأدوات ذات القبضتين التي يستخدمها الناس لحفر حفرة أسطوانية في الأرض ـ عندما تُدفع الحفارة في الأرض، فإنها تحيط بالتراب في القاع. ثم تستخدم الطاقة، في صورة قوة العضلات، لدفع شفرتي الحفارة نحو بعضهما وترفعان التراب المنحصر بداخل الحفارة إلى خارج الحفرة. وبالطريقة نفسها فإن جزيئي المضخة الموجودان في غشاء المحور، ينطبقان على أيون الصوديوم، ثم يمتصان الطاقة من جزيء آخر في الخلية، فيتغير شكلهما طاردين الصوديوم إلى المحيط الخارجي في أثناء عملية تغيير الشكل هذه. أما عند الضخ العكسي للمضخة، فإنه يتم الإطباق على أيون بوتاسيوم بين الفكين المفتوحين للخارج، ومن ثم يدفع نحو الداخل. المحصلة النهائية لهذا الضخ هو أن يغدو تركيز أيونات البوتاسيوم داخل الخلية أعلى منه خارجها، في حين أن تركيز أيونات الصوديوم يصبح أعلى خارجها منه في داخلها ـ فكر في الخلية العصبية كما لو كانت تحصر ماء عذباً في الداخل ومحاطة بماء مالح في الخارج. بسبب عدم التوازن هذا يكون داخل

المحور مشحوناً بشحنة سالبة نسبة إلى الخارج، وينجم عن ذلك جهد كهربي voltage عبر غشاء المحور يعادل حوالي 70 مليفولت (حوالي 5٪ من جهد كهربي في بطارية عادية حجم AA).

عندما يُهيِّج المحور، فإن سلسلة محددة من الأحداث ستحدث. ستُفتح قنوات الصوديوم وتتحرك أيونات الصوديوم الموجبة إلى الداخل من المحور، مجذوبة بالشحنة السالبة هناك، وستظل أيونات الصوديوم تتدفع نحو الداخل حتى تصبح الشحنة موجبة لفترة بسيطة، وهي حالة ستغير من شكل الجزيئات التي تتكون منها مضخات الصوديوم وتغلقها من جديد. ثم إن التغير في الشحنة يفتح المزيد من بوابات البوتاسيوم، فيسمح لأيونات البوتاسيوم المشحونة بشحنة موجبة بالانسياب إلى الخارج من المحور، ويستعيد المحور الشحنة السالبة في داخله.

إن الاندفاع نحو الداخل والخارج للشحنات، مع التغير الفجائي في الجهد الكهربي، يعرف باسم جهد التأين العصبي action potential ومع انسياب أيونات الصوديوم إلى داخل المحور، فإنها تنتشر على الداخل من الغشاء، مغيرة الشحنات على جانبيه ضد تيار الإشارة العصبية، وبالنتيجة تسبب انتقال الجهد نحو طرف المحور، وتعاود المضخات عملها لتستعيد حالة السكون.

هذا ويتحرك جهد التأين العصبي ببطء، وفي العادة ليس أكثر من جزء من البوصة لكل ثانية. في البشر وبقية الفقاريات، تكون المحاور في العادة مغطاة بمادة تدعى بالغلاف المايليني myelin لا تسمح بعبور الصوديوم والبوتاسيوم. وفي هذا الغلاف فجوات، ودوره أن يمرر

النبضة العصبية من فجوة إلى أخرى. وبذا يؤدي إلى انتقال أسرع، فترتحل الإشارات مئات الياردات لكل ثانية (400 ميل في الساعة) في المحور المغلف بالميلين.

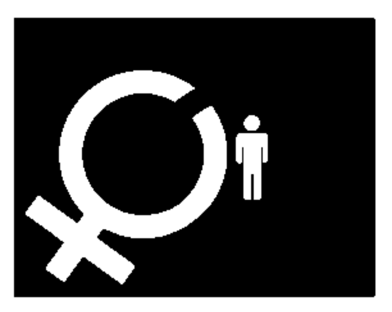
هناك عدة جوانب مهمة يجب إدراكها عن العملية التي شرحتها للتو. أولها هو أنها لا تشبه في أي شيء التيار الكهربي الذي يجري في الأسلاك. فهذا التيار عبارة عن سيل من الإلكترونات الحرة، ومن دون أي من تعقيدات التأين العصبي.

ثانياً: تقريباً كل المعلومات التفصيلية عن الطريقة التي تعمل بها الخلايا العصبية البشرية اكتسبت من خلال التجارب على الحيوانات الأخرى، بالذات الحبّار. المحور الضخم الذي يمتد على طول جسم الحبّار يحمل الإشارة العصبية المسببة لاستجابة «اضغط بقوة، انفث كثيراً من الماء، وابتعد سريعاً عن هذا المكان». إن محور الحبّار من الكبر مما سمح للعلماء في أوائل القرن العشرين بغرس أقطابهم الإلكترونية الكبيرة فيه وقياس الجهد الكهربي عند مرور النبضة العصبية. وفي الواقع، فإن البنية الميكانيكية والكيمياء الحيوية للخلية العصبية هي تقريباً ذاتها عبر المملكة الحيوانية، وهذا مثال آخر على الهوية الكيميائية الأساس للكائنات الحية. والمثال الأكثر حداثة لهذه العمومية، هو تطوير أول اختبار كيميائي لمرض الزهايمر في العام 1994 بناء على الدراسات حول ميكانيكية الذاكرة في الخلايا العصبية للحلزون[1].

---

(1) المرجع السابق، ص73.

الجنس ودماغ الإنسان[1]



هل أدمغة الرجال والنساء متشابهة أم مختلفة؟ الجواب هو الاثنان معاً. في الجزء الأكبر، تتشابه أدمغة الرجال والنساء. لكن تختلف في بعض الجوانب، هذا الفصل يصف ما نعرفه عن طبيعة هذه الفروق الجنسية، بالإضافة إلى مغزى ذلك بالنسبة إلى السلوكيات الإنسانية التي تظهر فروقاً جنسية. قد يجد بعض القراء هذا الفصل صعباً، لأنه يتضمن قدراً من المصطلحات التشريحية العصبية.

---

(1) ميليسا هاينز، جنوسة الدماغ، عالم المعرفة، الكويت 2008، ص219 ـ 229.

قد يكون الفرق الجنسي الأكثر وضوحاً في الدماغ هو حجمه العام. هذا الفرق قد يكون متوقعاً بناء على الفروق في طول القامة والأوزان وفي أحجام الأعضاء الأخرى في الجسم. وبالتوافق مع هذه الفروق الجنسية الأخرى في الأحجام الجسدية، فإن أدمغة الرجال أكبر وأثقل وزناً من أدمغة النساء. إلا أن أصل ومغزى هذا الفرق الجنسي في حجم الدماغ غير مفهومين تماماً. إذ يجادل البعض في أنهما يمثلان شيئاً أكثر من توافق حجم دماغ مع الجسد الأكبر حجماً، في حين يرى آخرون أنهما ذوا مغزى سيكولوجي. كما اقترح أيضاً أن الرجال أشد ذكاء من النساء فطرياً، لأن أدمغتهم أكبر.

كذلك اقترح أن الفروق العرقية في حجم الدماغ تؤدي إلى الفروق العرقية في الذكاء. فعلى سبيل المثال، ادّعى الألمان في القرن الثامن عشر أنهم متفوقون على الفرنسيين لأن لديهم أدمغة أكبر، كذلك هناك ادعاءات معاصرة بأن البيض أكثر ذكاء من السود وأن الرجال أكثر ذكاء من النساء لأن أدمغتهم أكبر.

فكما أشار غولد في العام 1981، كتب غوستاف لو بون Gustave Le Bon ـ أحد مؤسسي السيكولوجيا الاجتماعية ـ في العام 1879:

«في الأعراق الأشد ذكاء، كما هي الحال في الباريسيين، هناك عدد كبير من النساء اللاتي يقارب حجم أدمغتهن حجم دماغ الغوريلا منه للأدمغة الأكثر تطوراً في الذكر. هذه الدونية واضحة جداً إلى درجة أن لا أحد يتحداها للحظة واحدة، فقط درجتها تستحق المناقشة. كل

علماء النفس الذين درسوا الذكاء في النساء، بالإضافة إلى الشعراء والروائيين، يدركون اليوم أنهن يشكلن الصورة الأدنى في تطور الإنسان وأنهن أقرب إلى الأطفال والوحشيين منهن إلى الإنسان البالغ المتحضر. إنهن يتفوقن في التقلب وعدم الاتساق، وغياب الفكر والمنطق، وعدم القدرة على المحاجة. من دون شك هناك بعض النساء المتميزات، والمتفوقات جداً على الرجل المتوسط، لكنهن استثنائيات بقدر احتمال ولادة وحش، على سبيل المثال غوريلا برأسين، في النتيجة، فإننا قد نهملهن جميعاً» (1879، ص60 ـ 61، مقتبس من كتاب غولد في العام 1981).

كذلك في العام 1861، كتب بول بروكا Paul Broca، الجراح البارز ومؤسسة جمعية باريس للأنثروبولوجيا:

«عموماً الدماغ أكبر في الذكر البالغ منه في الشيخ، وفي الرجل منه في المرأة، وفي الرجال البارزين منه في الرجال متوسطي القدرات، وفي الأعراق المتفوقة منه في الأعراق الأدنى... عند تساوي كل الأمور، هناك علاقة مدهشة بين تطور الذكاء وحجم الدماغ» (بروكا، 1861، ص304، ثم ص 188، مقتبس من كتاب غولد، العام 1981).

لذا فإن الأفكار الشعبية التي قد تفسر التمييز ضد مجموعات معينة في المجتمع قد تطلعت إلى العلم بحثاً عن الدعم على الأقل منذ قرن، والعلماء بمن فيهم البارزون، قد ساندوا في بعض الأحيان الادعاءات بأن البيانات العلمية تدعم عدم تساوي الإنجازات بين الأعراق وبين الجنسين. بالنتيجة، فإن السجل التاريخي يدعو إلى التشكيك في فكرة

أن دماغ الرجل الأكبر يولّد ذكاء أشد. وهناك أيضاً أسباب أخرى للشك في هذه الفكرة.

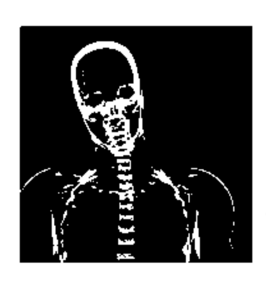
أولاً: هناك جدل يدور حول ما إذا كن الفرق الجنسي في حجم الدماغ يبقى قائماً متى ما حُسِبَ حساب الفرق في حجم الجسم. وهذا الجدل ذو صلة بالموضوع لأن الجسم الأكبر يتطلب بالمثل دماغاً أكبر كي يقوم بوظائفه. وعند استخدام تقنيات إحصائية معينة لتصحيح الفرق الجنسي في حجم الجسم، فإن الفرق في حجم الدماغ يظل قائماً، لكنه يختفي عند استخدام تقنيات أخرى، كذلك الفروق الجنسية في حجم الجسم هي تقريباً ضعفا مقدار الفرق الجنسي في حجم الدماغ (د الفرق الجنسي في طول القامة = 2,0، في حين أن د الفرق الجنسي في وزن الدماغ = 1,05). لذا فإن الفرق الجنسي في حجم الجسم يبدو أنه أكبر حتى من القدر اللازم لتفسير الفرق الجنسي في حجم الدماغ.

ثانياً: على الرغم من أن حجم دماغ الذكر أكبر من الأنثى، فإن جوانب دقيقة في بنية الدماغ قد تغيّر من الأهمية الوظيفية لهذا الفرق. على سبيل المثال، على الأقل في بعض مناطق الدماغ البشري، ترصّ الخلايا العصبية بشكل أكثر كثافة في الأنثى منها في الذكر، وقد أشار ويتلسون وزملاؤه في العام 1995 إلى أن الفرق في كثافة رصّ الخلايا تشبه من حيث المقدار الفرق الجنسي في حجم الدماغ. لذا، فعلى الرغم من أن دماغ الذكر أكبر من دماغ الأنثى، فإن عدد الخلايا العصبية ـ الوحدات الوظيفية الرئيسة في الدماغ ـ قد يكون مشابهاً في كلا الجنسين. بالإضافة إلى ذلك، وكما سيناقش بمزيد من التفصيل لاحقاً في هذا الفصل، مقارنة بدماغ الذكر،

فإن دماغ الأنثى لديه نسبة أعلى من المادة الرمادية، وبقشرة دماغية أكبر حجماً، ويظهر ارتفاعاً في معدل استقلاب سكر الغلوكوز، الأمر الذي يعتقد أنه يعكس زيادة في النشاط الوظيفي.

ثالثاً: على الرغم من الفرق الجنسي في حجم الدماغ فإنه لا يبدو أن هناك فرقاً في الذكاء. فكما أشير في الفصل السابق، فإن الاختبارات القياسية للذكاء لا تظهر فروقاً جنسية واضحة. على الرغم من وجود فرق جنسي صغير (د < 0,1)، تعتبر الفروق بهذا المقدار في الجماعات فروقاً مهملة، بالإضافة إلى ذلك، فإن الفرق الجنسي المهمل يصبح لمصلحة الذكور في أحد أشهر اختبارات الذكاء (مقاييس ويكسلر) ولمصلحة الإناث على مقياس آخر (مقياس ستانفورد بينيت Stanford Binet). ومن الممكن تصميم مقاييس للذكاء على الدرجة نفسها من المصداقية لا تؤدي إلى ظهور أي فروق جنسية، أو فروق جنسية كبيرة، أو فروق جنسية في اتجاهات متضادة، وذلك بتغيير بنود الاختبار أو مدى القدرة المقيسة. في الواقع، على الاختبار القياسي الحالي للذكاء، تُجنَّب التحيزات الجنسية باختيار بنود يتساوى الذكور والإناث في القيام بها، أو بموازنة البنود التي يتفوق فيها الذكور والتي تتفوق فيها الإناث. وهذا قد يتحقق بسهولة نسبية من دون تغيير في مصداقية تنبؤات مثل هذا المقياس. بالإضافة إلى ذلك ـ وحتى قبل تقديم هذه الحيادية الجنسية المقصودة ـ نجد أن مقاييس الذكاء تشير إلى فروق جنسية ضئيلة أو لا تظهر أي فرق.

الفروق الجنسية في أجزاء الدماغ والنخاع المستطيل



بخلاف الفرق في الحجم العام للدماغ، فإننا نتوقع وجود فروق أخرى في الدماغ. هذا ينتج من وجود فروق جنسية وظيفية، بما في ذلك الفروق الجنسية في السلوك. لأن سلوك الإنسان ـ وغيره من الوظائف ـ تنظم من قبل الدماغ، لذا يجب أن تكون هناك فروق في أدمغة الرجال والنساء.

كما أشير في الفصل الرابع، وصفت الدراسات العديد من الفروق الجنسية في دماغ الثدييات الأخرى، خصوصاً في المناطق الغنية بمستقبلات الستيرويدات الجنسية. في بعض الحالات، نجد أن الفروق الجنسية ضخمة، فتتضمن مضاعفة الفروق في حجم المناطق العصبية عدة مرات، كذلك درس العلماء احتمال أن الجهاز العصبي في الإنسان يظهر فروقاً جنسية على الدرجة نفسها من الضخامة.

المنطقة أمام البَصَرِيَّة في الوطاء

إن «المنطقة أمام البصرية» هي موضع تركيز رئيس للبحث عن الفروق الجنسية في دماغ الإنسان لعدد من الأسباب. أولاً: هي منطقة مهمة لعمل الستيرويدات الجنسية. ثانياً: في الثدييات من غير الإنسان،

اتضح أنها مهمة في الوظائف المرتبطة بالجنس، بما في ذلك تنظيم الهرمونات والسلوك الأمومي والسلوك الجنسي للذكر والأنثى، ثالثاً: وصف العلماء فروقاً جنسية ضخمة في «المنطقة أمام البصرية» بالذات في الجرذان وغيرها من الثدييات، بما في ذلك خنزير غينيا والعضل ونسناس الريسوس.

في العام 1985 أوردت ورقة علمية منشورة وجود «النواة المتمايزة جنسياً للمنطقة أمام البصرية البشرية»، وقد وصفت هذه الورقة نواة في «المنطقة أمام البصرية» على أنها أكبر بشكل واضح في الرجال منها في النساء. وركزت أربع دراسات لاحقة على أربع أنوية في «المنطقة أمام البصرية»، تدعى «النواة الخُلالية (البينية) للجزء الأمامي من الوطاء» interstitial nuclei of the anterior hypothalamus وقسمت إلى مناطق يرمز إليها بالأعداد من 1 إلى 4، بحيث صارت المنطقة التي أطلق عليها «النواة المتمايزة جنسياً للمنطقة أمام البصرية البشرية» من قبل كل من سواب وفلير هي ما يطلق عليه «النواة الخُلالية (البينية) للجزء الأمامي من الوطاء الرقم 1»، إلا أنها لم تجد فرقاً جنسياً مشابهاً في المنطقة الرقم 3. بالإضافة إلى ذلك، فليس من المحتمل أن المنطقة الرقم 1 تشابه نواة المنطقة أمام البصرية في دماغ الجرذان بسبب عدم تشابه شكليهما وموقعيهما، ونظراً إلى عدد من الاعتبارات، بما في ذلك الموقع، الشكل، والسمات العصبية، تبدو منطقة «النواة الخُلالية للجزء الأمامي من الوطاء الرقم 3» أنها المنطقة في دماغ الإنسان التي من المحتمل جداً أنها تشبه منطقة نواة المنطقة أمام البصرية المتمايزة جنسياً

في دماغ الجرذان. وقبل أن يتضح أن الفرق الجنسي الذي ذُكر وجوده في منطقة «النواة الخُلالية للجزء الأمامي من الوطاء الرقم 1» لم تتمكن أي دراسة لاحقة من العثور عليه مجدداً، فسر العلماء الدليل على عدم ظهور فروق جنسية في هذه المنطقة في الطفولة على أنه يشير إلى أن الدماغ الإنساني لا يتمايز جنسياً في مرحلة مبكرة من العمر، ومن الواضح أن عدم وجود فروق في الحجم عند البلوغ يضع هذا التفسير موضع التساؤل. كذلك، فإن تقريراً حول منطقة «النواة الخُلالية للجزء الأمامي من الوطاء الرقم 1» قد وجد أن حجم هذه المنطقة متشابه في الرجال المثليين والرجال مغايري التزاوج، وبذا قلل هذا الكشف من وضوح الاعتقاد السابق عن أصل المثلية.

النواة القاعدية لمنطقة الخط الانتهائي

مثل النواة أمام البصرية، فإن «النواة القاعدية لمنطقة الخط الانتهائي» تحوي كثافة عالية من مستقبلات الستيرويدات الجنسية، وتؤدي دوراً في كثير من الوظائف الجنسية المتمايزة، بما في ذلك السلوك العدواني، والسلوك الجنسي الذكوري، والتعرف ـ الكيميائي، والتبويض، وقد أثبت أن أحد أجزاء «النواة القاعدية لمنطقة الخط الانتهائي» التي تظهر حساسية خاصة للستيرويدات أكبر في ذكر الجرذان وخنزير غينيا منه في الأنثى، ويتطور هذا الفرق الجنسي تحت تأثير الستيرويدات الجنسية، أطلق على هذا الجزء اسم «النواة الخاصة لمنطقة الخط الانتهائي» special nucleus of the stria terminalis، أو «المنطقة المغطاة بمحفظة»

encapsulated region، كذلك وصف وجود فرق جنسي مشابه في جزء يشبه «المنطقة المغطاة بمحفظة» في «النواة القاعدية لمنطقة الخط الانتهائي» في الإنسان، وفي جزء مستقل من «النواة القاعدية لمنطقة الخط الانتهائي» الذي لم يدرس بعد في الأنواع الحيوانية الأخرى، وإن كان قد ذكر أيضاً أنه أكبر في الرجال منه في النساء.

النواة فوق التصالب البصري (SCN)

لقد ذكرت الدراسات أن «النواة فوق التصالب البصري»، suprachiasmatic nucleus في الإنسان تظهر نوعاً مختلفاً من الفروق الجنسية. فشكل هذه النواة أكثر استطالة في الإناث وأكثر دائرية نسبياً في الذكور، في حين أن الحجم الكلي وكثافة الخلايا والعدد الكلي للخلايا تبدو متماثلة في كلا الجنسين، في الأنواع الحيوانية الأخرى، تحتوي «النواة فوق التصالب البصري» على عدد أقل نسبياً من مستقبلات الستيرويدات الجنسية، وعلى الرغم من أن بعض الدراسات قد أشارت إلى فروق جنسية صغيرة في حجم «النواة فوق التصالب البصري» في الجرذان، فإن الأدلة على هذا الفرق الجنسي غير متسقة، في الواقع، يُنظَر إلى «النواة فوق التصالب البصري» دائماً على أنها منطقة تحكم، ومن ثم ليس من المتوقع، وجود فروق جنسية في حجمها، لكن الفروق الجنسية في الشكل التي ترتبط مباشرة بالتقارير حول «النواة فوق التصالب البصري» في الإنسان لم تفحص في الأنواع الحيوانية الأخرى.

النخاع المستطيل

إن عدداً من الخلايا العصبية الحركية التي تتحكم في العضلات الشرجية perineal muscle وتؤدي كذلك دوراً في وظائف القضيب، هي أكبر في الجرذان الذكور منها في الإناث، وقد كانت هذه الخلايا العصبية مركز اهتمام البحث العلمي البحث حول الآليات المتضمنة في تطور الفروق الجنسية العصبية كذلك ذكر عدد من الدراسات وجود فروق جنسية مشابهة في نواة تدعى «نواة أونوف» Onuf's Nucleus في النخاع المستطيل في الكلب والإنسان.

الجسم الثفني

الجسم الثفني هو الليف الرئيس الذي يربط الفص الأيمن بالفص الأيسر في القشرة الدماغية، وفي الإنسان يحوي الجسم الثفني حوالي مليوني ليف عصبي، تربط هذه الألياف بين الأجزاء المتماثلة في فصي الدماغ والفاعلة في الحركة والإدراك الحسي، بالإضافة إلى الأجزاء المتشابهة الفاعلة في العمليات الإدراكية المعقدة، بما فيها اللغة والتحليل المكاني. وينبع الاهتمام بالفروق الجنسية في الجسم الثفني جزئياً من الاقتراحات التي تقول بأن بعض هذه العمليات الإدراكية تظهر فروقاً جنسية.

على سبيل المثال، هناك فرضية تذهب إلى أن الجسم الثفني يقدم الأساس العصبي للفروق الجنسية في تخصيص اللغة بجانب واحد من الدماغ language lateralization وعلى الرغم من أن الفص الأيسر هو

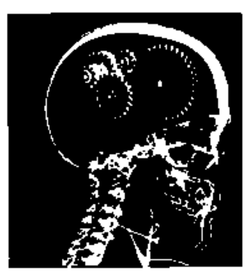
السائد على اللغة عند كلٍّ من الرجال والنساء، فإن درجة السيادة هي أقل من المتوسط في النساء منها في الرجال، بعبارة أخرى قد تستخدم النساء جانبي الدماغ في اللغة أكثر من الرجال. هذه الزيادة في التمثيل من قبل جانبي الدماغ قد تتضمن اتصالاً أكبر بين الفصين. إن جسماً ثفنياً أكبر ـ يحوي أليافاً أكثر أو أكبر، ولذا يحوي أليافاً أسرع ـ قد يوفر الأساس التشريحي لهذه الزيادة في الاتصال في دماغ الأنثى.

يتألف الجسم الثفني من ألياف عصبية عوضاً عن أجسام الخلايا، ولذلك فهو لا يحتوي مستقبلات للستيرويدات. لكن بعض أجسام الخلايا في الأجزاء القشرية التي يربط بينها تحتوي مستقبلات للإستروجين والأندروجين، بالإضافة إلى إنزيم الأروماتيز الضروري لاشتقاق الإستروجين من الأندروجين. وفي عدد من الحالات، توجد هذه المستقبلات القشرية لفترات قصيرة غير ثابتة في مراحل النمو، مما يقترح أنها تؤدي فقط أدواراً محددة في النمو العصبي من وقت إلى آخر. ومنطقة الجسم الثفني محددة بشكل واضح، مما يسهل قياسه تشريحياً. كما أن بالإمكان استخدام تقنيات التصوير في الدماغ الحي، مثل الرنين المغناطيسي ـ الذي يستخدم المجالات المغناطيسية لتشكيل صور شبيهة بصور الأشعة السينية ـ في قياس الجسم الثفني. وهذا يتناقض مع الأجزاء الطرفية من القشرة الدماغية التي تظهر فروقاً جنسية. على سبيل المثال، إن كلاً من «النواة الخُلالية للجزء الأمامي من الوطاء رقم 3» INAH-3 والجزء المغطى بالمحفظة من «النواة القاعدية لمنطقة الخط الانتهائي» أصغر من أن تشاهد، على الأقل في الوقت الحالي

باستخدام مثل هذه التقنيات، ولذا يجب أن تدرس فعلياً من خلال النظر إليها ضمن النسيج الدماغي، الذي يمكن بالنسبة إلى الإنسان الحصول عليه فقط عند تشريح الجثة.

ومثل الجسم الثفني في الجرذان، ودماغ الإنسان ككل، فإن الجسم الثفني في الإنسان أكبر في الذكور منه في الإناث. لكن تقريراً نُشر في العام 1982 يقترح وجود فرق جنسي في الاتجاه المعاكس، وذلك في اللفح splenium (المخمس الخلفي) من الجسم الثفني في الإنسان، فعند النظر إلى اللفح في القطع القوسي الوسطي للدماغ تشريحياً، فإن اللفح كان «أكثر انتفاخاً وأكبر حجماً»، كما كان أعرض عند أعرض نقطة، وكانت مساحته والمساحة الكلية للجسم الثفني ـ نسبة إلى وزن الدماغ ككل ـ أكبر في الإناث منه في الذكور.

طريقة عمل العقل



برزت الحاجة للتفكير الإبداعي بسبب طريقة عمل العقل وعلى الرغم من أن النظام الذي يعالج المعلومات المسمّى بالعقل حساسٌ للغاية، إلا أن ثمة قيوداً تتحكم به. هذه القيود لا يمكن فصلها عن فوائد النظام لأن كليهما ناجم عن طبيعته. فمن غير الممكن الحصول على المحاسن دون أخذ المساوئ. ويحاول التفكير الإبداعي أن يعوض عن هذه المساوئ مع الاحتفاظ بالفوائد[1]:

1 ـ الاتصال بالرموز: يعتبر الاتصال طريقة لنقل المعلومات فإذا أردت من أحد أن يقوم بعمل معين، فإنه عليك أن تزوده بالتعليمات المفصلة التي توضح المطلوب عمله.

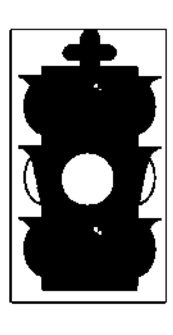
وتعتبر اللغة أوضح نظام رمزي حيث تلعب المفردات دور الاستثارة، وهناك فوائد جمة لنظام الرموز فهو يسهل نقل معلومات

(1) أنس شكشك، الإبداع ذروة العقل الخلاق، كتابنا للنشر، بيروت 2008، ص46 ـ 49.

كثيرة بسرعة ودون عناء بالغ. كما يسهل ردود الأفعال بشكل مناسب عند تمييز الرمز دون الحاجة إلى فحص كافة التفاصيل.

إن نظام الاتصال بالرموز يحتاج إلى نماذج وفهارس.

2 ـ العقل كنظام صانع للأنماط: يعتبر العقل نظاماً مصمماً للأنماط، حيث يعمل نظام المعلومات في العقل على خلق أنماط يمكنه تمييزها، ويعتمد هذا السلوك على الترتيب الوظيفي للخلايا العصبية.



ترجع فعالية العقل في نظام الاتصال عن طريق واحد مع البيئة من قدرته على خلق أنماط وتخزينها ومعرفتها، ومن الممكن أن تكون بعض الأنماط موجودة في العقل وتصبح ظاهرة جلية كسلوك غريزي. ولكن يبدو هذا غير هام نسبياً للإنسان إذا قورن بالحيوانات الدنيا، وكذلك يقبل العقل أنماطاً جاهزة يستقبلها. ولكن أهم خاصية من خصائص العقل هي قدرته على خلق أنماطه الخاصة به.

إن الجهاز القادر على خلق أنماط خاصة به وتمييزها يكون قادراً على الاتصال الفعال مع البيئة المحيطة به. وليس من الأهمية بمكان أن تكون الأنماط صحيحة أو خاطئة طالما أنها محددة. ولما كانت الأنماط التي يولِّدها العقل اصطناعية دائماً، فإنه يمكن القول إن عمل العقل

عمل خاطئ، وعندما تتشكل هذه الأنماط فإن المكانية المتخصصة بالفائدة (الخوف، الجوع، العطش، الجنس... إلخ) سوف تقوم بتصنيف هذه الأنماط وتحتفظ بما هو مفيد، ولكن بادئ ذي بدء يجب أن تتشكل الأنماط.

3 ـ التنظيم الذاتي: العقل نظام يتأثر بالعوامل الخارجية، ويقوم بإتاحة الفرصة للمعلومات أن تسلك بهذه الطريقة، وبذلك يسمح العقل للمعلومات أن تنتظم ذاتياً. وهذه البيئة التي يوفرها العقل عبارة عن سطح للذاكرة لها مميزات خاصة. والذاكرة هي أي شيء يحدث ولا يتوقف بالكامل، والنتيجة هي آثار متروكة ويمكن أن يستمر هذا الأثر لفترة طويلة أو قصيرة.

وتؤثر المعلومات التي تصل إلى الدماغ في سلوك الخلايا العصبية التي تشكل سطح الذاكرة. ويشبه سطح الذاكرة منظراً طبيعياً.

4 ـ فترة الانتباه المحدودة: من الخصائص الأساسية لنظام لذاكرة المتأثرة والمنظم ذاتياً هو فترة الانتباه المحدودة.

ويعني مصطلح فترة الانتباه المحدودة أن جزءاً واحداً من سطح الذاكرة يمكن تنشيطه في وقت واحد. والجزء المنشط من السطح يعتمد على ما هو معروض له في تلك اللحظة وما عرض له قبل فترة قصيرة.

إن فترة الانتباه المحدودة في غاية الأهمية؛ لأنها تعني بأن المنطقة المنشطة ستكون منطقة واحدة مترابطة منطقياً وتوجد عادة في الجزء الأسهل استثارة من سطح الذاكرة، ويكون الجزء الأسهل إثارة أو النمط

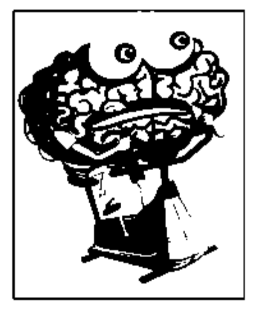
هو الأكثر ألفةً، وهو الذي واجه الكثير من الخبرات والذي يترك أثراً بالغاً على سطح الذاكرة؛ لأن هناك ميلاً لاستخدام النمط المألوف، يصبح أكثر ألفة، وبهذه الطريقة يقوم العقل ببناء أنماط تعتبر أساساً للاتصال الرمزي.

وبسبب فترة الانتباه المحدودة، لنظام الذاكرة الاضطراري الذاتي فإن عمليات الاختيار والرفض والربط أو الفصل تصبح جميعها ممكنة. وهذه العمليات مجتمعة تعطي العقل قدرة فائقة على الإحصاء والحفظ.

5 ـ **تسلسل وصول المعلومات**: إن تسلسل وصول المعلومات يحدد الطريقة التي تترتب بها، ولهذا السبب يكون تنظيم المعلومات دون المستوى الأمثل المطلوب لأن أفضل تنظيم يمكن التوصل إليه يكون مستقلاً عن تسلسل وصول قطع المعلومات في العقل والذي هو جهاز ذاكرة تراكمي، فإن تنظيم المعلومات كأفكار ومفاهيم ليس التنظيم الأمثل. وهذا موضح بالشكل حيث يكون المستوى العادي لاستخدام المعلومات أقل بكثير من المستوى الأمثل النظري، ويتم التوصل إلى المستوى الأمثل بإعادة البناء بالاستبصار.

إذاً يقوم العقل بمعالجة المعلومات بطريقة خاصة ومتميزة، وهي فعالة وذات فوائد عملية جمة ولكن تعتريها بعض المعوقات، فالعقل ماهر في تكوين أنماط ومفاهيم ولكنه ليس كذلك في إعادة تركيب هذه الأنماط لتحديثها، وبسبب هذه المعوقات المتأصلة تبرز قدرة التفكير الإبداعي كجانب نفسي فاعل ومؤثر في الحياة العقلية.

اللغة والمخ[1]



اللغة هي نظام للتواصل يمكننا من إيجاد رابطة بين خبرتنا ومعارفنا وتلك التي لدى الآخرين، وتعتبر خبرة التواصل اللغوي في حدّ ذاتها خبرة إيجابية لدى كثير من الناس، ولذلك نجد أن الأصدقاء والجيران يتصلون ببعضهم لمجرد التحدث، دون أن تكون هناك بالضرورة معلومات معينة يرغبون في تبادلها. ويميل الناس أيضاً إلى الاجتماع في مجموعات، حيث نجد أن معظم النشاط الاجتماعي لديهم ينصرف إلى تبادل الأفكار والأخبار عن طريق اللغة. وإذا نظرنا إلى الموضوع من منظور أكثر اتساعاً، فإننا نجد أن اللغة تسهم في تشكيل حياتنا الثقافية بأن تمكننا من تأليف الأعمال الأدبية والمسرحية والأفلام والقصص والاستمتاع بقراءتها أو مشاهدتها أيضاً. وهي أعمال في مقدورنا تسجيلها حيث يصبح

(1) كريستين تمبل، المخ البشري، عالم المعرفة، الكويت 2002، ص83 ـ 91.

بإمكان أجيال غير تلك التي ابتدعتها أن تتعامل معها.

وتتبدى الأهمية التي نمنحها لنقل المعلومات الخاصة بالواقع من جيل إلى جيل، من الناحية الثقافية، في مقدار الوقت الذي نخصصه لعملية تعليم الأطفال من خلال التواصل الشفهي مع المدرسين، والجامعات والدورات والفصول المسائية الخاصة بالتعليم الرسمي، وهو تواصل من شأنه أن يوسع من نطاق عملية نقل المعلومات تلك. كذلك فانتشار دور بيع الكتب والمكتبات العامة والصحف والطابعات وأجهزة الفاكس، كل ذلك يقدم دليلاً إضافياً على الدور المهم الذي تلعبه الكلمة المكتوبة في مجتمعنا، وهو موضوع سيتم تناوله بالتفصيل في الفصل السابع. وعموماً يمكن القول بأننا حين ننصت للناس وهم يتحدثون فإننا أيضاً ننظر إليهم ونؤالف بين الإيماءات والتعبيرات غير اللفظية المصاحبة للتحدث ولغتهم المنطوقة، وإن كنا أيضاً قادرين على أن نفهم اللغة دون حضور إنساني، مثلما يحدث حينما نستمع إلى الراديو. واعتمادنا على التلفون بل وإدماننا له أمر يدل عليه بوضوح شيوع أجهزة التلفون في السيارات وأجهزة التلفون المحمول. وحينما تتعطل تلك التلفونات، ولو لفترة وجيزة، يشعر الناس أنهم معزولون عن العالم. فاللغة تلعب دوراً محورياً في كثير من الأنشطة البشرية، الأمر الذي يجعلنا نعتمد عليها في كثير من الأمور.

وقد كانت العلاقة بين اللغة والتفكير موضع جدل بين الفلاسفة، إذ ذهب أصحاب النزعة العقلية mentalism إلى أن اللغة تعبر عن أفكار كامنة ذات وجود مستقل سابق على التعبير عنها في اللغة، مثل الفكرة

والصورة الذهنية، والمفهوم والدافع. وعلى عكس ذلك، يذهب أصحاب النزعة المادية إلى أن الفكر ليس سوى كلام غير ملفوظ، وأنه لا يمكن أن يكون له وجود مستقل عن اللغة. وحقيقة وجود اتجاهين مختلفين دفعتنا إلى تحليل المكونات المختلفة للغة في محاولة لفهمها. فالنزعة المادية جعلتنا نحلل الجانب الذي يلاحظه الجميع للغة، بينما جعلتنا النزعة العقلية نحلل المحتوى الذهني والدافعي للكلام.

والمخ البشري يتحكم في النظم التي تشارك في إنتاج اللغة وفي فهمها على السواء. فهو يحلل اللغة بفعالية ويكونها، وكذلك يختزن معارفنا عن اللغة وعن التواصل. وتحاول الدراسات التي تجريها اللسانيات البنيوية أن تتفهم الطريقة التي يؤدي بها المخ تلك العمليات عن طريق تحليل المكونات النحوية والصوتية المتضمنة في إنتاج اللغة وإدراكها، وبينما تعطى أهمية أقل للمعاني وللرسالة التي تهدف إلى توصيلها.

اللسانيات البنيوية

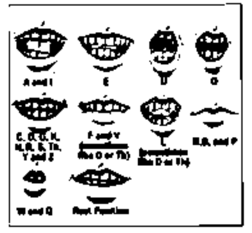
يتحكم جهاز المنطق articulatory system في حركات العضلات الخاصة بالكلام واللازمة لإنتاج تتابعات الأصوات التي تتكون منها الرسالة المعينة. ويمكن تقسيم الأجهزة (أو النظم) اللغوية التي توجد في المخ والتي تختص بعمليات سابقة على عملية النطق، إلى ثلاثة أقسام عريضة: تركيبية، ودلالية، وصوتية. وعموماً، يختص الجهاز التركيبي syntactic system بالقواعد اللغوية، بينما يختص الجهاز الدلالي

semantic system بمعاني الكلمات المفردة، أما الجهاز الصوتي phonological system فيختص بنطق الألفاظ التي تكون الرسائل. وفضلاً عن ذلك، هناك الجهاز العروضي prosodic system الذي يغير التنغيمات المصاحبة لنطق الكلام والتي تغير بدورها معنى الرسالة، فعبارة مثل «إنها تمطر الآن» تنطق عادة بنغمة صوتية تدل على عدم الرضا. لكن لو أنها أمطرت بعد قحط أو لو كنت ممن يهتمون بتشذيب الحدائق، فإن العبارة نفسها تُنطَق بطريقة تعبر عن الرضا. ومعنى ذلك، أن جزءاً من المحتوى العاطفي للرسائل يُعبَّر عنه، ليس عن طريق كلمات أو تركيبات نحوية معينة، وإنما عن طريق العناصر العروضية (التنغيمية) التي تصاحب عملية النطق. وأخيراً، هناك مكون آخر ينشأ من كون أن اللغة جزء من نظام التواصل الاجتماعي، هو المكون البراجماتي pragmatic، الأمر الذي يضيف إلى اللغة مزيداً من التحديدات. فحينما تكون على مائدة العشاء مثلاً، وتسأل المضيف إذا ما كان لديه ملح طعام، فأنت لا تتوقع أن تكون الإجابة «نعم» أو «لا»، وإنما أنت بهذا السؤال تنوه عن أنك تريد بعض الملح، حتى لو لم تكن قد ذكرت ذلك صراحة في قولك.

ولكي يجري إنتاج اللغة، يقوم المخ بإدماج كل هذه الأنظمة (أو الأجهزة) معاً حتى يصبح لدينا تيار مستمر من الكلام. ويقوم المخ أيضاً، عند سماعنا للغة، بتحليل عناصر اللغة التي يسمعها، حتى يستخلص منها الرسالة التي تحتويها. ويمكن القول بصفة عامة، إن

العمليات المتضمنة في إنتاج اللغة تحتل مواقع أمامية في المخ، عن العمليات المتضمنة في إدراك وفهم اللغة التي تميل إلى أن تحتل مواقع خلفية بدرجة أكبر.

الفونيم (The Phoneme)



تتجه الدراسات اللسانية إلى التأكيد على أهمية كلٍّ من الصوت والنحو في اللغة. وقد ذهب بعض اللغويين إلى أن المخ البشري مهيأ لتحليل الوحدات الدنيا للجهاز الصوتي للغـــــة، وهي التي تسمى بالفونيم. وتتميز الوحدات الفونيمية بأنها متغايرة. ذلك أنه حين تختلف تلك الوحدات في المعنى، فإن الاختلاف في الصوت يصبح مهماً. فإذا كان اختلاف الصوت ناشئاً فقط من اللكنة المحلية وينتج عنه اختلاف في المعنى فإنه يصبح بلا أهمية. وهناك في اللغة الإنجليزية اختلافات فونيمية بين الأصوات اللينة (الصائتة)، فهناك اختلاف في النطق بين كلمات مثل «سليب» slip، و«سلييب» sleep يؤدي إلى اختلاف المعنى. وبالتالي، فهناك اختلاف فونيمي بين هاتين الكلمتين. وقد ذهب كلٌّ من جاكوبسون وهال (1956) إلى أن النظام الفونيمي لكل اللغات يمكن أن يتلخص في عدد قليل من التعارضات ثنائية الخصائص، سمياها «الخصائص المميزة» واعتقدا أنها ذات واقع سيكولوجي وفيزيقي حقيقي. كما ذهبا إلى أن الجهاز العصبي قد تطور بحيث أصبح قادراً

على أن ينتج هذه الخصائص ويميز بينها، وهي تتكون من مجرد اثني عشر تعارضاً ثنائياً أساسياً، تنتقي كل لغة مكوناتها من بينها. والفونيمات يمكن وصفها بناء على ذلك على أنها مجموعات من الخصائص المميزة، وما يميز كل فونيم عن الآخر هو وجود أو غياب خاصية واحدة على الأقل.

ظاهرة حفل الكوكتيل

وقدرة المخ على إعطاء المدخلات السمعية التي يتلقاها تأويلاته الخاصة تتضح من خلال الأمثلة التي وردت في سياق الدراسات التي أجريت على قابلية الكلام للفهم. فقد قام كلٌ من بالوك وبيكيت (1964) بتسجيل أحاديث تلقائية من دون معرفة المشاركين فيها. ثم قاما بعد ذلك بتقطيع شريط التسجيل إلى كلمات مفردة. ثم أُذيعت هذه الكلمات المفردة على الأشخاص أنفسهم وطلب منهم التعرف على ما يسمعون. وللدهشة، فإن نصف تلك الكلمات لا أكثر تم التعرف عليها حينما ذكرت مفردة. والتأثيرات نفسها حدثت أيضاً بوضوح حينما جرى تقطيع نصوص قُرئت من قبل. فحينما كانت النصوص تتلى عليهم ببطء، وجد أن ما يزيد قليلاً عن نصف الكلمات المقطوعة فُهمت بمفردها. أما حينما قرئ النص بسرعة فلم تزد نسبة الكلمات المفهومة عن 40٪ على أننا، حينما ننصت إلى الكلام متصل، لا يتكون لدينا أي انطباع بأننا نخمن المعاني ونملأ فجوات الكلام. ذلك أن الكلام يبدو واضحاً. وكلما زادت الأجزاء المقطوعة من شريط التسجيل طولاً أصبح الكلام

مفهوماً بدرجة أكبر. على أن الوضوح المعتاد للكلام هو من قبيل التوهم. فالمخ يضفي على الكلام الذي يسمعه تفسيراً ما، ويبني فروضاً حول السياق والمعنى العام، الأمر الذي يساعد على تفسير كثير من المدخلات. لذلك، فعندما نجد اثنين من الناس يختلفان قليلاً حول ما قاله شخص ما، أو حينما يصرح شخص ما بأنه قال كلاماً معيناً، بينما ينسب له صديقه كلاماً مغايراً، فقد يكون كلٌ منهما دقيقاً في ما يقول. إذ يكون كلٌ منهما قد سمع، من خلال التفسير الذي تقوم به المستويات العليا للمخ، قولاً مختلفاً.

وتقل احتمالات حدوث أخطاء في إدراك الكلام في أثناء الأحاديث المعتادة نتيجة للإشارات اللغوية التي نتلقاها من حركات الفم ومن تعبيرات وجه المتحدث. لذلك قد نجد صعوبة في تمييز الكلام وفك شفراته حينما يأتينا عبر خطوط الهاتف أو من خلال الإرسال الإذاعي، حيث لا يكون في مقدورنا رؤية وجه المتحدث. واحتمالات وقوع الأخطاء تصبح ذات دلالة كبرى بالنسبة إلى العسكريين حينما تبث رسائل مهمة تتعلق بالخطط أو التحركات عبر إشارات سمعية خلال مسارات تقل فيها إمكانات التعرف.

وقد يصبح إدراكنا للكلام أحياناً مجرد عملية أوتوماتيكية تحدث من دون قصد منا، فقد لا ننتبه إلى أننا نتابع محادثة ما، لسنا مشتركين فيها. فلو كنت في حفل مثلاً، فقد تستطيع التعرف على اسمك حين يذكر في محادثة تجري في غرفة مجاورة على رغم أنك لا تكون مدركاً لما تتضمنه بقية المحادثة، على أنه لكي يكون في مقدورك أن تميز

اسمك حينما يرد في المحادثة، فلا بد من أن يكون المخ قد أخذ يتابع مسار الحديث الذي كان يجري في مكان آخر، حتى لو لم تكن قد أدركت ذلك في حينه. ويبدو أن في مقدورنا أن نتابع أكثر من سلسلة من الأحاديث في الوقت نفسه، على رغم أنه ليس من الممكن أن نتابعها بالقدر نفسه من الانتباه، ولا أن نكون مدركين تماماً لمضمون كلٌ منها.

كذلك في مقدورنا أن نوجه الانتباه عمداً إلى حديث معين، من بين أحاديث أخرى تجري في الخلفية بصوت عالٍ. ويتم ذلك بأن نستخلص المعلومات السمعية ذات الدلالة من بين الإشارات المركبة الناتجة عن الكلام المتداخل. وهذه الظاهرة هي ما يعرف بـ «ظاهرة حفل الكوكتيل».

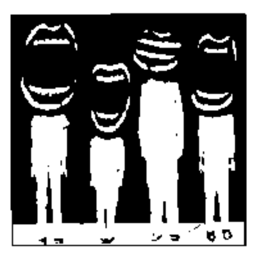
وحينما تدخل المعلومات السمعية الكلامية إلى الأذن تُحوّل وتنقل إلى محطة التقوية النهائية relay في «الجسم الركبي الإنسي» الذي يقع عند قاعدة «المهاد» (الثلاموس)، ثم تعود فتسير إلى المنطقة الإسقاطية الأولية التي تسمى «تلفيف هيشل». أما المناطق الأخرى المشاركة في إدراك الكلام فهي أساساً تلك التي توجد في الفصوص الصدغية للمخ. فكلما ابتعدت عن منطقة تلفيف هيشل في اتجاه التلفيف الصدغي الأوسط، أصبحت المنطقة مختصة أكثر بالمعاني المرتبطة بالكلمات المفردة وليس بتمييز أصوات الكلام في حدِّ ذاتها. وهكذا نجد أن اضطرابات الحبسة الكلامية التي تنشأ عن تلف تلك المناطق تختلف عن الاضطرابات الصوتية التي تنشأ عن تلف المناطق الأخرى.

التموضع الجانبي للغة

أصبح الارتباط بين النصف الكروي الأيسر للمخ وبين اللغة معروفاً منذ نهاية القرن التاسع عشر، ففي عام 1861، قام بروكا بعرض حالة مخ أحد مرضاه ويسمى تان، والذي كان قد مات في اليوم السابق، وكان يعاني من قبل من عدم القدرة على الكلام بحيث كانت الكلمة الوحيدة التي يستطيع نطقها هي كلمة «تان». وكان التلف قد أصاب الجزء الخلفي للفص الأمامي الأيسر، ثم عرض بروكا لاحقاً في العام نفسه، حالة مماثلة لمريض كان قد فقد القدرة على الكلام وعلى الكتابة، لكنه احتفظ بالقدرة على فهم اللغة. وقد أظهر التشريح بعد الوفاة أن الإصابة كانت أيضاً في النصف الأيسر للمخ. وقد مضى بروكا بعد ذلك في اكتشاف وعرض ثماني حالات، لكنه كان دائماً متحفظاً إزاء إعلان أي نتائج علمية. فكان يقول:

«لدينا هنا ثماني حالات تشترك جميعاً في أن التلف أصاب الجزء الخلفي من التلفاف الأمامي الثالث... والشيء اللافت للغاية هو أن الإصابة في كل هذه الحالات، تقع في الجانب الأيسر من المخ. ولست أجرؤ على إعلان نتائج ما، وإنما على أن أنتظر اكتشافات أخرى».

وأخيراً في عام 1885، أعلن بروكا مقولته الشهيرة: «نحن نتحدث بالنصف الكروي الأيسر للمخ». فقد أثبت بروكا أن النصف الأيسر للمخ هو النصف السائد بالنسبة إلى اللغة.



تلا اكتشافات بروكا فوران من النشاط. ففي العام 1878، لاحظ هجلنجز جاكسون أن هناك نوعين من مرضى الحبسة الكلامية: نوع منطلق ونوع متعثر. وفي العام 1898، ذكر باستيان أن هناك مرضى يعانون عجزاً، ليس فقط في نطق الكلمات، بل أيضاً في تذكر الكلمات. وافترض باستيان وجود مركز بصري للكلمات في المخ، وكذلك وجود مركز سمعي ومركز حسي حركي لليد واللسان. وهي مراكز مترابطة بعضها ببعض حيث تُعالَج المعلومات فيما بينها بمختلف الطرق، وأي تلف يصيب المراكز المختلفة يؤدي إلى متلازمة أعراض مختلفة. وهكذا، نظر باستيان إلى المخ على أنه وحدة معالجة.

وفي العام 1874، وصف كارل فيرنيك حالة مريض مصاب بتلف في منطقة «التلفيف الصدغي الأيسر العلوي» وهي المنطقة المخية المعروفة حالياً باسم «منطقة فيرنيك». وكان ذلك المريض يعاني من صعوبة في فهم الكلام. وقد اعتقد فيرنيك أن هذه المنطقة الخلفية من المخ تشتمل على مركز سمعي للصور الصوتية، بينما تحتوي منطقة بروكا على صور للحركة. وأن هاتين المنطقتين يربط بينهما مسار ليفي، الأمر الذي ينبىء بأنه لو حدث تلف في هذه المنطقة الوسيطة فسينتج عنه قطع للترابط

بين منطقة الصور الصوتية وبين منطقة صور الحركة، مما يؤدي إلى صعوبة في تكرار الكلمات. وقد تمكن هذا المخطط التصوري لفيرنيك من تفسير الحبسات الكلامية التي تؤثر في كلّ من إنتاج اللغة، وفهم اللغة، وكذلك الحالات التي تعاني عدم القدرة على تكرار الكلمات. وبعد ذلك بعام أي في 1885، أجرى ليشتيم تطويراً على أفكار فيرنيك. فصمم تخطيطاً معقداً بهدف تفسير الآليات التي ترتكز عليها سبعة أنواع من اضطرابات اللغة والكلام.

دور النصف الكروي الأيمن[1]

لقد ركزنا على دور النصف الكروي الأيسر للمخ في اللغة. لكنه سيكون من الخطأ أن نستنتج من ذلك، أن النصف الأيمن يكون خاملاً عند قيامنا بالاتصال اللغوي. فالواقع، أن الدراسات الخاصة بتدفق الدم أوضحت أن ثمة زيادة كبيرة في تدفق الدم إلى النصف الأيمن أثناء معالجة اللغة. ونحن نعلم أيضاً أنه في حالة إصابة النصف الأيمن للمخ بتلف ما فلن ينتج عن ذلك عجز كبير في القدرات اللغوية مثلما يحدث في حالة تلف النصف الأيسر. وهذه الحقائق تطرح السؤال حول دور النصف الأيمن في المعالجة اللغوية. وهناك عدد من الوظائف اللغوية المختلفة نسب إليه القيام بها، فقد ذهب بعض الباحثين إلى أن مهارات الدعابة اللغوية، متمثلة في القدرة على إدراك التلميحات الطريفة والساخرة، هي جزء من وظيفة النصف المخي الأيمن. وهناك أيضاً

(1) المرجع السابق، ص100 - 101.

القدرة على فهم التأويلات المجازية للغة والتي يمكن أن تكون ذات أهمية في فهم أساليب السخرية والاستعارة، فالمرضى الذين يعانون إصابة بالنصف المخي الأيمن يميلون إلى فهم اللغة بطريقة حرفية، وتظهر لديهم اضطرابات اتصالية دقيقة. كذلك ذهب بعض الباحثين إلى أن النصف الأيمن يلعب دوراً حاسماً في إضفاء التنغيم العاطفي المناسب على طريقة الكلام، فمرضى النصف المخي الأيمن قد يتصف كلامهم بأنه رتيب وممل، والنصف الأيمن أيضاً يمكن أن يؤدي دوراً في توفير الإطار العام الذي يجري داخله إخراج الكلام. فهو يساهم في اختيار بنود معينة من حصيلة المفردات المتاحة ويرسم سياق التواصل، وقد تتداخل لدى بعض الناس بعض المهارات الأساسية الخاصة بالمفردات بين النصفين الكرويين الأيمن والأيسر، لكن يبدو أن النصف الأيمن لديه فقط مهارات نحوية أساسية جداً. فهو ليس بمقدوره التعامل مع تعقيدات التحليل الخاص بالتركيب اللغوي، والذي هو ضروري لإنتاج الكلام العادي وفهمه. كذلك ليس بمقدوره التعامل مع العناصر الصوتية القائمة على البنية الصوتية للغة، ولا في التعامل مع السجع.

الأشخاص العسر

لعل التمايزات التي حُدّدت بين النصفين المخيين الأيمن والأيسر تنطبق على الغالبية العظمى من الأيامن. إذ تذهب الأدلة المستمدة من الدراسات المتنوعة التي أُجريت على كل من المرضى المصابين بتلف في المخ وعلى الأسوياء إلى أن 98٪ من الأيامن لديهم تموضع لغوي في النصف الأيسر. لكن الصورة بالنسبة إلى العسر ليست واضحة

تماماً. فقد دللت آنيت (1985) على أن هناك عاملاً وراثياً يزيد من إمكان أن يتولى النصف الأيسر وظيفة الكلام. وأن تحول هذا التوزيع للوظائف في اتجاه هيمنة النصف الأيمن على المهارات اللغوية ليست إلا حالة تحدث بالمصادفة (أي من دون أساس وراثي) فـ «عامل سيطرة اليد اليمنى» يحمله جين مفرد. والجين المفرد المقابل له لا علاقة له بالكلام، وبالتالي لا علاقة له بسيطرة إحدى اليدين. وهذا يعني أن احتمالات غلبة استخدام اليد اليمنى قائمة على برنامج وراثي، أما استخدام اليد اليسرى فيخلو من هذا البرنامج.



الأســـرار

التي تكتنزها الجمجمة




منتدى سور الأزبكية
WWW.BOOKS4ALL.NET

الوعي ،،
الفكرة الكبرى
تقرير يستكشف أسرار العقل[1]



الـوعـي consciousness : هـو الـشـيء الـذي يـحـكـم إدراكـنـا للحقيقة وتجاربنا في نطاقها. ويسود الاعتقاد بيننا جميعاً أننا نمتلك هذا الوعي، لكن ما زال العلماء يجدّون في البحث عما يعنيه الوعي بدقة.

الغرفة ممتلئة بالناس، لكن يلفهم الصمت تماماً. يجلسون على وسائد وعيونهم مغلقة ووجوههم جامدة تخلو من أي تعبير، يبدو أنهم مستغرقون في شيء ما. واقع الأمر أنهم كذلك، إذ إنهم يحاولون الإمساك بتلابيب واحدة من أكثر أسرار العلوم عمقاً... طبيعة الوعي.

---

(1) روبرت ماثيوز، الثقافة العالمية، تموز 2005.

إنهم ممارسو «التأمل البوذي»، ويستخدمون أساليب مراقبة العقل التي طورها منذ 2500 عام الفيلسوف الهندي «سيدهارتا جوتاما» الشهير بوذا. والهدف من تلك الأساليب توجيه العقل الواعي إلى ذاته ومراقبته في أثناء نشاطه وأدائه لعمله.

وطبقاً للبوذيين فإن هذا «الاستبطان» يمكن أن يعطينا بصائر عن طبيعة العقل والحقيقة وسرّ الوعي، بيد أن تلك المزاعم لم تلق آذاناً صاغية لدى العلماء بشكل عام، أما في الوقت الحاضر، فقد انضم إليهم عدد من الرهبان البوذيين الذين تلقوا تدريباً عالياً، للتعرف على طبيعة الوعي.

ومن خلال استدعاء بعض الحالات العقلية في أثناء القيام بعملية مسح المخ، يكشف الرهبان البوذيون عن أسلوب جديد لما يطلق عليه الباحثون «المشكلة العسيرة» وهي كيف يحدث نشاط المخ تجربة وعيناً بالأمور؟ وعلى الرغم من أن معظمنا مقتنع تماماً بأننا نمتلك الوعي، إلا أن الأمر المثير للدهشة أنه قد اتضح أن هذا الوعي من الصعب سبر غوره.

وفي القرن السابع عشر، ظن الفيلسوف «رينيه ديكارت» أنه أحرز تقدماً كبيراً عندما توصل باستدلال منطقي، إلى أن العقل الواعي يجب أن يتكون من مواد مختلفة من الأدمغة والأجسام، وهي علاقة فارقة تعرف الآن باسم «الازدواجية الديكارتية». وحتى في ذلك الوقت، فإن ناقداً مثل الفيلسوف باروخ سبينوزا أوضح أن مثل هذا التمييز يثير مشاكل عميقة عن كيفية التأثير المتبادل بين العقل والدماغ.

وقبل نهاية عام 1690، وضع الفيلسوف جون لوك أول تعريف منهجي للوعي وهو: «إدراك ما يعرض بعقل إنسان ما». وعلى الرغم من اهتمام لوك بمعنى الوعي، إلا أنه لم يشر إلى أي عمليات معينة تؤدي إليه. وحتى قبل منتصف القرن التاسع عشر، لم يحالف العلماء النجاح في أي محاولة للكشف عن سر الوعي. لكن ظهور العقارات المخدرة كشفت عن وجود علاقة وثيقة بين الجسم والعقل، بما يتناقض تماماً مع أفكار ديكارت.

وعندئذ شرع العلماء في التصدي لتلك المشكلة المحيرة محاولين عبور الهوة بين التجارب الذاتية للعقل والدراسة الموضوعية لنشاط الدماغ.

وفي الستينيات من القرن التاسع عشر، اتخذ ولهلم فونت من جامعة Heidelberg - الذي يعد الآن أباً لعلم النفس التجريبي - أول خطوات تجريبية. وكان فونت متأثراً بأفكار سبينوزا، بأن العقل الواعي هو نتيجة مباشرة لتأثيرات الجسم، وحاول فونت معرفة المزيد من هذا الأمر. وكان الأسلوب الذي اتبعه في الواقع استبطاناً، أي تدريب الباحثين على تسجيل استجاباتهم الواعية للمؤثرات الخارجية.

ركزت أبحاث فونت الانتباه على أهمية فهم الصفات المميزة والمتفردة للتجارب الذاتية غير الموضوعية التي لدينا عن العالم المحيط بنا، مثل «احمرار اللون الأحمر» أو «حلاوة» السكر. لكن على الرغم من بذل فونت لمجهود شاق في جعل أبحاثه هذه موضوعية، فقد كان من الصعب قياس ما إذا كانت تجربة شخص ما هي نفسها في كل مرة،

أو عما إذا كانت تطابق تجربة شخص آخر، كما افتقر إلى أساليب موثوق بها وتتسم بالموضوعية لقياس نشاط الدماغ، التي يستطيع أن يربط بينها وبين التجربة الذاتية.

وعند انتهاء القرن التاسع عشر، نجحت أبحاث فونت في إقناع شخصيات بارزة ـ مثل عالم النفس الأمريكي الشهري وليم جيمس، بأن الوعي نتيجة مباشرة لنشاط الدماغ، ومن ثم، فإنه أمر يستحق الدراسة، إلا أن كثيراً من العلماء أحسوا بقصور الأساليب المتاحة في تحقيق تلك المهمة، وعندما أصابهم الإحباط لعدم التوصل إلى أي نتائج لا سبيل إلى إنكارها، تحول معظمهم إلى مشاكل أكثر تعقيداً، وأصبحت دراسة الوعي في حالة ركود أكاديمياً.

لكن هذا الموضوع لم يصبه الجمود تماماً، ففي غضون نصف القرن التالي طور العلماء كثيراً من الأساليب المتعددة لمعالجة المشكلة العسيرة. وفي عام 1929 حقق الطبيب النفسي النمساوي هانز بيرجر، أول تقدم علمي ملحوظ بالتوصل إلى طريقة لتتبع النشاط الكهربائي للدماغ وأطلق عليه: «مخطط النشاط الكهربائي للدماغ»، مما أتاح لبيرجر اكتشاف نوعين مختلفين من النشاط الكهربائي داخل الدماغ، أطلق عليهما «موجات ألفا وموجات بيتا» وبدا أنهما مرتبطان بالجوانب الأساسية للوعي. وتتذبذب موجات ألفا حوالي 10 مرات في الثانية الواحدة، واتضح أنها تعكس حالة الوعي، وهي تضعف في أثناء النوم أو التخدير، ومن جهة أخرى، فإن موجات بيتا كانت أسرع بنحو ثلاث

مرات، وتعكس مستويات التركيز والاستجابات غير الواعية، مثل الانعكاس اللاإرادي لشيء ما روعنا بشكل مفاجيء.

هل نحن نشغّل التيار الآلي؟



مهدت اكتشافات بيرجر الطريق لدراسة ما يعرف الآن بـ «الارتباطات العصبية للوعي»، وهي أنماط من النشاط الكهربائي مقترنة بالتجربة الواعية. وتلقى هذه الارتباطات في الوقت الحاضر، اهتماماً بالغاً في بحوث العلماء، الذين يعتقد الكثير منهم أن فهم الوعي يتضمن فهماً لكيفية قيام الدماغ بدمج كمٍّ هائل من الارتباطات العصبية للوعي في كيان واحد موحد. وساعد في تحقيقها للنجاح، اكتشاف مذهل تم في الستينيات من القرن العشرين، مفاده أن وعينا لا يحتاج إلا لجزء ضئيل من نشاطنا الدماغي، إذ قام فريق يقوده طبيب الأمراض العصبية الأمريكي «بيامين ليبيت» بوضع مؤثر بالغ الضعف على جلود المرضى الذين أجروا عمليات جراحية عصبية في أدمغتهم. وأوضحت قياسات مخططات كهرباء الدماغ، أن أدمغتهم قد كشفت هذه المؤثرات، إلا أن المرضى أنفسهم أفادوا أنهم لم يشعروا بشيء.

وحدثت الرواية نفسها عندما تعرّض أولئك المرضى إلى مؤثرات أقوى استمرت أقل من 0,5 ثانية، فقد كشفت أدمغة المرضى تلك المؤثرات، لكن المرضى لم يشعروا بشيء. وتم التوصل إلى نتائج مماثلة من دراسات على الارتباطات العصبية للوعي، مثل الرؤية

والصفات المميزة المتفردة الناجمة عنها، كاحمرار اللون الأحمر وهكذا. وعلى الرغم من أن أعيننا تستقبل المعلومات بمعدل يبلغ نحو ميغابايت واحد كل ثانية، إلا أن وعينا يبدو وكأنه يتجاهل كل هذا فيما عدا قدراً ضئيلاً منها.

ويوحي هذا التفاوت الهائل بأن الدماغ يعالج كمية ضخمة من المدخلات الحسية بلا وعي ويرشحها قبل أن ندركها. ولا بد أن أداء تلك المعالجة تستغرق بعض الوقت، ويعني ذلك ضرورة وجود تأخر زمني، ما بين كشف أدمغتنا لمثير ما وإدراك عقولنا له. وأدت محاولات قياس هذا التأخر الزمني إلى اكتشافات لعلها تكون الأكثر إثارة في مجال طبيعة الوعي.

في عام 1976 أجرى فريق من الباحثين بقيادة طبيب الأمراض العصبية الألماني هانز كورنهوبر تجربة لقياس التأخر الزمني المتضمن للعملية الواعية لقرار تحريك إصبع، والتحريك الفعلي لها. وتوحي سرعة النبضات العصبية بأن التأخر الزمني يبلغ حوالي 200 مل/ثانية، وهو يماثل الأفعال اللاإرادية، إلا أن التأخر الزمني المقاس كان أطول بكثير ومتناغماً ـ على الأقل ـ مع فكرة أن أي شيء يتعلق بالفعل الواعي، يتضمن قدراً كبيراً من المعالجة.

ومن ناحية ثانية، فقد توصل الباحثون أيضاً إلى شيء آخر: أن نشاط الدماغ بدأ بزمن يبلغ حوالي 800 مل/ثانية، قبل ادعاء الناس بأنهم قرروا ـ بوعي ـ تحريك إصبع.

وكان لهذا الاكتشاف المذهل تداعيات مربكة لفكرة الإرادة الحرة، التي تبوأت مكاناً أثيراً لفترة طويلة من الزمن، إذ إنه يعني أن أفعالنا لا تبدأ من عقلنا الواعي، وإنما من نشاط الدماغ غير الواعي خارج نطاق إدراكنا.

وثمة اكتشاف آخر أكثر إرباكاً تم في عام 1979، بمعرفة ليبت وزملائه، في أثناء دراساتهم للتأثير الناجم عن وضع مثيرات مباشرة على الدماغ. ومرة أخرى، توحي الفطرة السليمة بوجود تأخر زمني قصير بين وضع المثير وكشف الوعي له. ولكن وجد الباحثون من جديد تأخراً زمنياً كبيراً يبلغ حوالي 500 مل/ثانية. كما توصلوا أيضاً إلى شيء آخر: إن الدماغ يحدث استجابته الواعية «بأثر رجعي»، مما يخلق انطباعاً بعدم وجود أي تأخر زمني على الإطلاق.

لم يكتف هذان الاكتشافان فحسب بإلقاء ضوء جديد على الحلقة التي تربط ما بين نشاط الدماغ والوعي، وإنما قدمت بصائر عن جوهر الوعي. فأولاً بينما لا تنشأ أفعال على الإطلاق من عقلنا الواعي، فإن وعينا يمكن أن يرفض أي أفعال تنتج عن عقلنا اللاواعي، الذي نعتقد أنه غير مقبول، وبالتالي، فإن الإرادة الحرة ليست هي اختيارنا الواعي للقيام بأفعالنا بطريقة معينة، وإنما هي اختيارنا الواعي لعدم أدائنا لهذه الأفعال.

وثانياً، تحدد تجارب ليبت السبب في بذل الدماغ لكل هذا الجهد لخلق الوعي: إنه يجمع معاً كل المدخلات الحسية من العالم، لكي يقدم صورة متناغمة وموثوقاً بها لما يحدث من حولنا.

إن تصور الوعي على أنه صورة للحقيقة التي تحيط بنا يتفق إلى حدّ بعيد مع الفكرة التي لدينا بأن أدمغتنا تبدع نوعاً من المسرح العقلي. وفي عام 1988 استخدم العالم النفسي برنار بارس هذه الفكرة لابتكار نظرية «منطقة العمليات الشاملة» عن الوعي.

وطبقاً لهذه النظرية، فإن العمليات الواعية هي تلك التي تجري في بؤرة الاهتمام العقلي، بينما تظل العمليات الأخرى خارج دائرة الاهتمام خرائط واقعية عن نشاط العقل، مما يمكن من ربطه بالعمليات الواعية. وأدى ذلك إلى حدوث تقدم مفاجىء في دراسة الارتباطات العصبية للوعي، بعد تحديد أجزاء معينة من الدماغ اتضح أنها تقوم بأدوار رئيسية في العمليات الواعية. وعلى سبيل المثال، هناك منطقة مركزية في الدماغ تعرف باسم «المهاد البصري»، يبدو أن لها دوراً جوهرياً في توصيل المدخلات الحسية إلى بؤرة الاهتمام الواعي، بينما يظهر أن «القشرة الأمامية الوسطى» تخلق إحساسنا بأن لحياتنا هدفاً.

وفي الوقت نفسه، بدأ الباحثون يعيدون النظر في وسائل فونت لمعالجة موضوعات صعبة وسيئة السمعة، الجانب غير الموضوعي للوعي. وقد قاموا بالاستعانة بأناس قضوا عقوداً في ممارسة تجارب السيطرة على حالات وعيهم، لكي يعرضوا تجربتهم: إنهم الرهبان البوذيون. وتوحي النتائج الأولية لدراسات مسح أدمغة الرهبان، بأن سنوات ممارساتهم للتأمل المكثف مكنتهم من إيجاد تنظيم لحالاتهم

العقلية المستقرة، مما يوفر للباحثين الاتساق اللازم للحصول على بصائر موثوق بها في التجربة غير الموضوعية للوعي.

إن هذا الالتقاء الحاسم بين التقانة والممارسات الروحية القديمة ربما يفضي إلى بصائر جديدة بشأن الارتباطات العصبية الواعية، وقدرتنا على التحكم فيها. ومع ذلك، فقد فشل في توجيه الاهتمام نحو إماطة اللثام عن بعض الأسرار الكبرى عن الوعي، مثل: لماذا نمتلك الوعي؟ وما المزايا التي يمنحها لنا؟ وهل البشر ـ دون غيرهم من الكائنات ـ هم الذين لديهم وعي كامل؟ ثمة تفسير واحد محتمل يكمن في النظر إلى الوعي باعتباره وسيلة لخلق صورة عقلية عن الحقيقة. ويمكن لأي كائن دقيق حي لديه هذه الوسيلة، أن يفعل أكثر من مجرد رد الفعل للمؤثرات، والابتهال بأن تكون تلك الاستجابة سريعة بما يكفي للهروب من الضواري. ويمكن للكائن الحي أن يستخدم الصورة العقلية للتنبؤ بالتهديدات والفرص الممكنة من حوله في «العالم الحقيقي»، مما يحرره من قيود السرعة اللازمة للاستجابات اللاإرادية.

وبتعبير آخر، فإن الكائن الواعي لا يلزمه أن يتحرك هنا وهناك عشوائياً، متمنياً في أن تبقيه استجاباته اللاإرادية آمناً. وعن طريق تجميع الاستجابات اللاإرادية معاً لخلق صورة مبسطة عن الحقيقة، فإن الكائن الذي يمتلك قدراً معقولاً من الوعي، يمكنه أن يتجنب الأماكن المكتظة في المقام الأول، مما يعطي له ميزة تطورية هائلة.

ويوحي ذلك بدوره، أن التساؤل عما إذا الكائن الدقيق الحي واعياً أم لا، هو في الواقع تساؤل مغلوط فيه، إذ قد يكون الوعي أمراً نسبياً

بمعنى أن الحشرة ـ على سبيل المثال ـ تكون لها بالطبع صورة حقيقية بما حولها أقل تعقيداً من الإنسان.

ومع وجود كل تلك الجوانب من الوعي، فإن الإجابات القاطعة عن كل سؤال لن تتوافر في القريب العاجل. وعلى أية حال، فإن هناك اهتماماً متزايداً بشأن قرب وصول العلماء إلى حل لغز كيف أن 1400 جرام من نسيج رخوي يشكّل الدماغ، يهبنا الإحساس المتفرد الذي لا يوصف بذاتنا!؟..

(دراسة تاريخ فكر الوعي) التسلسل التاريخي

528 قبل الميلاد: الفيلسوف الهندي سيدهارتا جوتاما (بوذا). جعل دراسة الوعي والتحكم فيه أساساً للعقيدة المعروفة الآن باسم «البوذية».

401 ميلادية: الفيلسوف والقديس الكاثوليكي أوغسطين، عرف الإدراك الذاتي بأنه مظهر أساسي للوعي وأعلن: «أنا أفهم أنني أفهم».

1637: الفيلسوف الفرنسي رينيه ديكارت يطرح تصوره «المزدوج» للعقل والجسم، ويزعم أن العقل ليس مجرد أفعال الدماغ.

1690: الفيلسوف الإنجليزي جون لوك يعرف الوعي ـ في مقالته المتعلقة بالفهم البشري ـ بأنه «إدراك لما يخطر بعقل الإنسان».

1874: عالم النفس الألماني ولهلم فونت يبعد الوعي عن أي تساؤل فلسفي مجرد، ويدافع عن دراسته بالاستبطان.

1890: عالم النفس الرائد في جامعة هارفارد وليم جيمس يرفض ازدواجية ديكارت ويقرر أن الوعي مجرد ناتج لنشاط الدماغ.

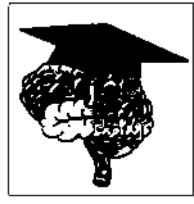
1913: عالم النفس الأمريكي جون ب. واطسون ينتقد المحاولات لدراسة، يحاول دراسة الوعي باعتباره غير موضوعي ولا أمل في بحثه أو علاجه، مما أحال هذا المجال إلى قضية راكدة لعدة عقود من الزمن.

1979: عالم الدماغ الأمريكي بنيامين ليبت يكشف التأخر الزمني 0,5 ثانية، بين نشاط الدماغ والإحساس الواعي بقرار الفعل، ويحذف الدماغ مدة التأخر، للحفاظ على تزامن تجربتنا الواعية مع الحقيقة.

1988: عالم النفس برنارد بيئس يطرح نظريته «منطقة العمليات الشاملة» التي تفيد أن الوعي هو العملية التي يتم بها عادة تجميع العمليات اللاواعية معاً، بطريقة طبيعية فوق «مسرح» عقلي.

1990 وحتى الوقت الحاضر: ظهور أساليب مسح الدماغ مثل التصوير الوظيفي بالرنين المغناطيسي، وهي تشكّل تقدماً ملحوظاً في اهتمامنا بالوعي، وذلك بالكشف عن نشاط الدماغ بشكل تفصيلي غير مسبوق.

أسرار المخ تتكشف
قليلاً .... قليلاً.......



تُرى هل يتمتع الأذكياء والموهوبون بأمخاخ تختلف عن أمخاخ البشر العاديين؟

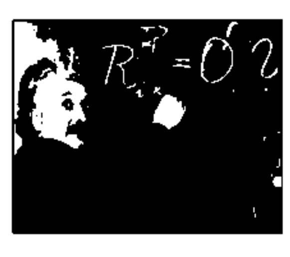
عن هذا السؤال يجيب الأكاديمي المصري مدحت مريد صادق فيقول[1]:

الحقيقة أن مثل هذا السؤال ليس جديداً تماماً، فمنذ وقت طويل شغل العلماء بفكرة ارتباط القدرات العقلية للإنسان بالتركيب التشريحي للمخ، وهي الفكرة التي كثيراً ما أدت إلى فحص أمخاخ العباقرة بعد موتهم للوقوف على أسرار تفوّقهم، وفي هذا المضمار جرى تشريح أمخاخ الكثيرين مثل العالم والفيلسوف الفرنسي رينيه ديكارت، ثم الموسيقار الألماني باخ، وفي القرن التاسع عشر أجريت في ألمانيا والسويد وكندا بحوث مستفيضة لأمخاخ عدد كبير من الموهوبين، كان من بينهم عالم الفيزياء والرياضيات الشهير كارل فريدرش جاوس والطبيب الكندي وليام أوسلر ـ أول من درس الصفائح الدموية ـ وكذلك عالمة الرياضيات

(1) مدحت مريد صادق، العربي، أيار 2004.

السويدية (الروسية الأصل) سونيا كوفالفسكي. ومع بداية القرن العشرين بلغ عدد نوابغ الفن والأدب والعلم الذين فحصت أمخاخهم 137 شخصاً. غير أن نتائج كل تلك الدراسات لم تشر صراحة إلى وجود فوارق تذكر بين أمخاخ أولئك الأفذاذ وأمخاخ العامة. والحقيقة أنه لم يرد أي ذكر لهذه الاختلافات المفترضة قبل عام 1924 عندما توفي فلاديمير لينين أول زعيم للاتحاد السوفياتي السابق، ففي ذلك الحين استدعي العالم الألماني أوسكار فوجت إلى روسيا لدراسة مخ لينين بناء على طلب رسمي من السلطات السوفياتية، التي أسست معهداً لأبحاث المخ في موسكو خصيصاً لهذا الغرض. وبعد عامين كاملين من الدراسة أعلن فوجت عن وجود بضعة اختلافات في مخ لينين، غير أن أحداً لم يعلق أهمية كبيرة على ملاحظات فوجت، وذلك لأن لينين كان قد أصيب بعدد من الجلطات الدماغية في السنتين الأخيرتين من حياته، ومن ثم اعتقد أن هذه الجلطات قد تكون مصدر الاختلاف في مخه.

أينشتين... للمرة الثالثة



وأما آخر المشاهير الذين فُحصت أمخاخهم فهو أينشتين. إذ عرف عن ذلك الفيزيائي الكبير أنه قد أوصى بالتبرع بمخه لخدمة البحث العلمي، ويقال أيضاً إن أينشتين لم يوص بذلك وإنما عائلته هي التي وافقت بعد

وفاته على التبرّع بمخه. وأيّاً كان الأمر، فالثابت أن عالم الباثولوجيا الأمريكي توماس هارفي، الذي كُلف بفحص جثمان أينشتين إثر وفاته في عام 1955 سارع إلى أخذ المخ قبل مرور سبع ساعات على الوفاة، ثم حفظه بالطرق العلمية لدراسته. وبعد فترة من الفحص أعلن هارفي أنه لم يعثر على شيء غير عادي في مخ أينشتين، ولعل ذلك كان سبباً في تراجع الاهتمام بفحص أمخاخ النابهين لفترة من الوقت، إلا أن الأمر عاد ليفرض نفسه بقوة في الأوساط العلمية بعد أن تسارع التقدم في أبحاث المخ، وبعد أن كشفت التقنيات الحديثة عن وجود خصائص تميز بالفعل أمخاخ الموهوبين في مجالات بعينها، وعندئذ أُعيد فحص مخ أينشتين بعد مرور ما يقرب من ربع قرن على وفاته، وكان ذلك في جامعة كاليفورنيا (بيركلي) حيث تم فحص أربع قطع كل منها بحجم قطعة السكر الصغيرة، مأخوذة من مناطق بعينها في مخ أينشتين، وتمت مقارنتها مع أربع وأربعين قطعة مماثلة من أمخاخ أحد عشر رجلاً ممن ماتوا عن أعمار تقارب عمر أينشتين عند وفاته. ولقد وجد فريق البحث أن نسب الخلايا المكونة لنسيج المخ عند أينشتين تختلف عن نسبها في الآخرين، وذلك في منطقتين من المخ معروفتين بمسؤوليتهما عن التخطيط والتحليل الرياضياتي، وهي المجالات التي تفوق فيها أينشتين. وبعد ذلك بنحو عشرين عاماً، وتحديداً في عام 1999 أُعيد فحص أجزاء من مخ أينشتين للمرة الثالثة في جامعة ماكماستر بكندا، وأعلن فريق البحث أن مخ أينشتين يخلو من جزء من أخدود معروف يوجد في الأمخاخ العادية، واعتبر الباحثون أن غياب ذلك الجزء من الأخدود

يمكن أن يكون سبباً في سرعة توصيل المعلومات بين المنطقتين الواقعتين على جانبي الأخدود في مخ أينشتين، فضلاً عن أنه أضاف إلى مساحة هذه المنطقة لتصبح عند أينشتين أعرض من المألوف بمقدار 15٪ فهل كان مخ أينشتين جديراً حقاً بكل هذا الاهتمام؟

الحقيقة أن المخ البشري بشكل عام جدير بكل الاهتمام، إذ إنه لغز كبير يستحق الاحتشاد من أجل حل طلاسمه. إن مخ الإنسان البالغ يزن حوالي 1400 جرام ويتكون أساساً من نوعين من الخلايا هما الخلايا العصبية (العصبونات) وخلايا أخرى داعمة تعرف بخلايا الغراء العصبي، ويبلغ عدد الخلايا العصبية في المخ نحو مائة ألف مليون خلية، وهو عدد يناظر تقريباً عدد النجوم في مجرتنا. ورغم تباين الخلايا العصبية شكلاً وحجماً، فإنها تشترك جميعاً في أن لها زوائد كثيرة متفرعة تسمى التفرعات الشجرية إضافة إلى زائدة واحدة طويلة تعرف بالمحور وتنتهي بمجموعة أخرى من التفرعات التي تسمى التفرعات الانتهائية. وفي العادة لا تتجاوز أجسام الخلايا العصبية، وإنما يتصل بعضها بالبعض الآخر بأن تتلاقى التفرعات الانتهائية للخلايا بالتفرعات الشجرية لخلايا أخرى فيما يكون شبكة غاية في التعقيد والإحكام. وتعرف مواضع اتصال الخلايا بعضها بالبعض الآخر باسم التشابكات العصبية. ويمكن للخلية الواحدة أن تتصل مع شقيقاتها عبر عدد من التشابكات يتراوح ما بين بضعة آلاف ونصف مليون تشابك. وأما خلايا الغراء العصبي فهي أكثر عدداً من الخلايا العصبية بنحو عشر مرات، وقد سميت بخلايا الغراء لأنها تملأ الفراغات بين أجسام الخلايا

العصبية وتشابكاتها فتعمل بذلك على تماسك نسيج المخ. ومع أن لهذه الخلايا وظائف أخرى مهمة غير تدعيم بنيان المخ، إلا أن الخلايا العصبية هي الفاعل الرئيسي في الجهاز العصبي، فهي التي تتلقى الإشارات، سواء تلك الواردة من الحواس أو الواردة من خلايا عصبية أخرى، ثم تصنفها وتعيد إرسالها إلى وجهات معينة، أو تتعامل معها بطريقة ما فتترجمها إلى سلوك فعلي. وواضح أن الخلايا العصبية تتمتع بقدرات خارقة وغامضة، فخصائصها الفيزيولوجية، وأنشطتها المتباينة، وأنماط اتصالها بعضها بالبعض الآخر وأيضاً إفرازاتها الكيميائية، هي التي تقف وراء تفكيرك وتصرّفك وغرائزك، وهي التي تشكّل عاطفتك وألمك وبهجتك وخوفك وجرأتك، وهي التي تصوغ أحلامك وأمانيك. إن هذا العضو القابع في جمجمتك، الذي يضم الجرام الواحد من نسيجه أكثر من سبعين مليون خلية عصبية ومليون مليون تشابك، هو عضو ساكن أساساً، فهو لا يتحرك مثل عضلاتك أو قلبك أو رئتيك، ومع ذلك فهو يستهلك ربع الأوكسجين الذي يجري في دمك، فما الذي يحدث داخل هذا العضو المعجز بالضبط؟

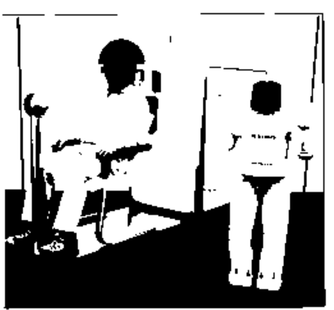
إن الشبكات التي تكوّنها الخلايا العصبية باتصالاتها معاً تشبه إلى حدٍّ بعيد الدوائر (الدارات) الكهربية، التي تدب فيها الحياة عندما يمر بها تيار كهربائي، فإذا نظرت إلى شجرة ـ مثلاً ـ فإن الضوء القادم من الشجرة إلى عينيك يثير خلايا الشبكية فتتولد بسطحها شحنات كهربية تسري عبر العصب البصري إلى القشرة المخية حيث تؤدي إلى إثارة الخلايا العصبية المسؤولة عن الإبصار، والتي تستجيب لتلك الإثارة

بطريقة معينة تجعلك تعرف أن ما تنظر إليه هو شجرة. أما كيف عرف العلماء ذلك فالفضل يرجع إلى تقنيات حديثة في علوم الأعصاب. فحتى وقت قريب كان تشريح أمخاخ المتوفين هو المصدر الوحيد لمعلوماتنا عن تركيب المخ، أما فحص وظائف المخ فلم يكن متاحاً إلا من خلال التجارب على الحيوان أو من خلال مَن تسوقهم الأقدار إلى وضع أمخاخهم تحت مبضع الجراح، فإذا أصيب مريض بتلف في جزء معين من مخه، وتزامن ذلك التلف ـ مثلاً ـ مع فقدان المريض قدرته على الكلام، فإن الاستنتاج الحتمي حينئذٍ هو أن ذلك الجزء من المخ هو المسؤول عن الكلام. وقد كان لمثل هذه الحالات فضل كبير في الكشف عن وجود نوع من تقسيم العمل بين أجزاء المخ المختلفة. فقد حدد العلماء أين تقع مراكز الإبصار والسمع والشم والكلام، وكذلك مراكز الخوف واللذة، وغيرها. وبالرغم من ذلك فقد كان على الفهم الجيد لوظائف المخ البشري أن ينتظر إلى النصف الثاني من القرن العشرين عندما توافرت للعلماء تقنيات متطورة مكّنتهم من فحص المخ أثناء حياة صاحبه، ودون أي تدخل جراحي، فقط بضعة مجسات تثبت برأس الإنسان فتلتقط لنا الكثير مما يدور داخله، أو موجات خاصة تسلط على الرأس فتمسح كل جزء في الدماغ داخلياً وخارجياً لترسم صورة مفصلة له. فبالأشعة المقطعية مثلاً يمكن فحص المخ قطعة قطعة ومعرفة ما إذا كان هناك ورم أو تلف أو ضمور في أي جزء من أجزائه. ومن التقنيات الحديثة أيضاً ما يعرف بالمسح بالانبعاث البوزيتروني والتصوير بالرنين المغناطيسي، وهما من التقنيات الجبّارة، التي لم

تسهم في تحسين فهمنا لتركيب الدماغ البشري فحسب، بل أتاحت أيضاً إمكان النظر إلى المخ مباشرة وتسجيل أنماط نشاطه أثناء قيام المرء بتصرف معين أو أثناء اجتيازه خبرة إنسانية معينة. إن ما يحدث ـ مثلاً ـ لخلايا الشبكية في أعيننا عندما ننظر إلى وردة جميلة أو طفلة بريئة لا يختلف كثيراً عمّا يحدث لها إذا وقع نظرنا على ثعبان متحفز، غير أن طريقة معالجة أمخاخنا للمسألة تختلف بالتأكيد. وبفضل التقنيات السابق ذكرها اكتشف العلماء أنهم عندما يعرضون على الشخص صورة لشجرة ـ مثلاً ـ فإن خلايا الإبصار في مخه تنشط على نحو يختلف عمّا إذا عرضوا عليه صورة لسمكة، وهذه بدورها تختلف عمّا إذا عرضوا عليه رسماً لصندوق، وهكذا. ومن هنا يعتقد العلماء أن المزيد من التجريب والفحص المباشر للمخ سوف يتيح معرفة كل أنماط النشاط في خلايا قشرة المخ، الأمر الذي سيمكننا من تفسير ماهية تفكيرنا وسلوكنا إزاء ما نراه وما نسمعه وما نشمه وما نلمسه وما نذوقه وما نتعلمه وما نتذكره.

الدمــــاغ

بين تطور الطب والتكنولوجيا



اختراق الدماغ[1]



في سبيل جعل حياة الإنسان أكثر صحة ويسراً، أثمرت تطورات الطب والتكنولوجيا، أو التطورات الطب/ تكنولوجية، نتائج هامة تتدرج من التحصين ضد أمراض وبائية إلى زرع أعضاء طبيعية أو صناعية بديلاً عن التالفة. ولكن ذلك التطور يسلك أحياناً اتجاهاً مثيراً للجدل، وذلك عندما ينطوي رغم بعض الفوائد المرجوة على اختراق لحرمة الدماغ، وانتهاك لحقوق آدمية راسخة كحرية التداوي وحرية الإدراك والتذكر.

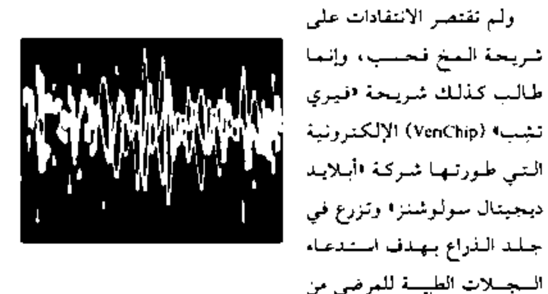
سيتذكر التاريخ يوم الثاني والعشرين من يونيو 2004، ففيه زُرعت للمرة الأولى شريحة حاسوبية داخل دماغ بشري. وكان ذلك دماغ الشاب الأمريكي ماثيو نيجل ـ المصاب بشلل كلي ـ لتقرأ افكاره؛ وذلك بأن تترجم الأوامر العصبية المتعلقة بتحريك الأطراف إلى شيفرة

(1) وليد الشوبكي، وجهات نظر، يوليو 2006.

حاسوبية يمكن نقلها إلى أطراف اصطناعية تتحرك بدورها استجابة «لتفكير» المريض في تحريك أطرافه، مما يعيد له، وللمرضى مثله، القدرة على الحركة. وثبتت الشريحة الحاسوبية ـ وتبلغ مساحتها 4 ملليمترات مربعة ـ أسفل عظام الجمجمة، وتمتد منها دعامات في غشاء المخ لحوالي 1 ملليمتر. وتقوم هذه الشريحة برصد النشاط العصبي المخي من خلال متابعة مجموعة صغيرة من الخلايا العصبية في قشرة الحركة (جزء المخ المسؤول عن التحكم في العضلات الإرادية). لإنجاز ذلك، استخدم التصوير بالرنين المغناطيسي لتحديد المكان المناسب بالضبط لزرع الشريحة. ونيجل هو أول المرضى الخمسة المتطوعين الذين سمحت مصلحة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) لشركة «سايبر كاينتكس» بتجريب الشريحة الجديدة عليهم، وذلك بعد أن نجحت تجارب مماثلة على القردة.

أثار الإعلان عن زرع هذه الشريحة ـ واسمها «بوابة المخ» (Brain On Gate) ـ الانتقادات من متخصصين في ذلك الفرع من الطب. فرغم استقرار حالة المريض نيجل حتى فبراير 2006 (وقت كتابة المقال) وتمكنه من تحريك مؤشر على شاشة الحاسوب بمجرد التفكير في ذلك، وكذلك تمكنه من ممارسة لعبة الـ «بنج بونج» الحاسوبية بمهارة، لا يعني بصورة مؤكدة سلامة ونجاح الشريحة الجديدة. فلفظ الجسم لهذه الشريحة ـ مناعياً ـ لا يزال احتمالاً قائماً. كما أنه ليس ثمة دليل بعد على أن هذا «النظام الحاسوبي» سيظل على كفاءته لعام مقبل مثلاً. أضف إلى ذلك ـ وكما قال الدكتور ميجل نيكوليليس من جامعة ديوك

لمجلة «وايرد» الأميركية ـ «أنه إذا كان الهدف هو مجرد ممارسة لعبة حاسوبية (بسيطة) أو تشغيل جهاز التليفزيون فلم يكن ثمة داع لغرس هذا الشيء داخل دماغ المريض، فالمخاطرة هنا لا تتناسب مع الفائدة المحققة»، كما أن الفائدة المرجوة غير مؤكدة التحقق. وأعرب الدكتور نيكوليليس عن قلقه من المسارعة بتطبيق وتجريب هذه التقنيات الطبية على البشر، إذ لم تتوافر بعد المعرفة الكافية حول مخاطر ترك هذه «الأشياء» في أدمغة المرضى لفترات طويلة. وكذلك لأن ما أنجزته شريحة «بوابة المخ» حتى الآن تضاهيه تقنيات أخرى أقل انتهاكاً للدماغ، مثل تلك التي طورتها مختبرات مركز وودزورث التابعة لوزارة الصحة الأمريكية، والدكتور نيكوليليس متخصص في بيولوجيا الأعصاب، وصاحب تجربة رائدة عام 2002 أثبتت «مطاوعة» المخ، أي قدرته على التكوين والتكيف مع مسارات عصبية جديدة. ومثل هذا المفهوم ركيزة رئيسة في تطوير شريحة «بوابة المخ».



ولم تقتصر الانتقادات على شريحة المخ فحسب، وإنما طالب كذلك شريحة «فيري تشيب» (VeriChip) الإلكترونية التي طورتها شركة «أبلايد ديجيتال سولوشنز» وتزرع في جلد الذراع بهدف استدعاء السجلات الطبية للمرضى من

قواعد البيانات المختلفة. وهذه الشريحة هي إحدى صور التكنولوجيا المعروفة باسم «شارات التعرف على ترددات الراديو» (RFID). وتحتوي الشارة على رقيقة حاسوبية مشفرة تحوي رقماً تعريفياً خاصاً، إضافة إلى هوائي متناهي الصغر. ولكن «تُقرأ» الشارة، يُمرر ماسح باعث لموجات الراديو بالقرب منها، فيستشعر الهوائي موجات الراديو فيولد تياراً كهربياً ضئيلاً، ولكنه كاف لتشغيل الرقيقة الحاسوبية، فترسل بدورها رقم التعريف الخاص بها عبر إشارة راديو إلى الماسح الباعث للراديو. وحصلت الشركة في أكتوبر الماضي على ترخيص من مصلحة الغذاء والدواء الأمريكية بإنتاج الشارة الإلكترونية. وينتظر أن تساعد هذه الشارة الأطقم الطبية على تحديد هوية المريض في حالات الطوارئ، ومعرفة السجل المرضي له، خاصة في حالات فقدان الوعي أو الحوادث أو ما شابه، ومن ثم اتخاذ المناسب من الإجراءات. وقد كانت تلك المرة الأولى التي تُمنح شركة الترخيص بطرح منتج طبي/ تقني لهذا الغرض. أما سبب توجيه الانتقادات لهذه التقنية الجديدة فهو تخوف بعض المعنيين بالحريات المدنية من أن يتحول زرع هذه الشارة من الاختيار والطواعية إلى الإجبار على بعض الفئات؛ مثل السجناء أو المصابين بأمراض بعينها أو الغرباء المقيمين في غير بلادهم. خاصة أن الهدف الرئيس لهذه الشارات يمكن تحقيقه باستخدام وسائل أبسط لا تنتهك الجسد كالسوار أو البطاقة التي تحوي البيانات التعريفية بالشخص.

إذاً، يمثل «التسرع» في اختراق حرمة الجسد، وخاصة الدماغ، ثم

إشكالية «الاختيار في مقابل الإجبار» في استخدام التقنيات الطبية، يمثلان لب الخطر الذي تسعى بعض المنظمات غير الحكومية المهتمة بالحريات المدنية لتنبيهنا إليه ـ وثمة أدلة على أن هذا الخطر يتصاعد.

ويجدر بنا التأكيد على أن اختراق الجسد ليس المشكلة بحدّ ذاته، وإنما «التسرع» في إجراء ذلك، في قدس أقداس الجسد: الدماغ. فمنذ أول اختراق طبي، موثق تاريخياً، لنظام الجسد البشري عام 1798 ـ وكان ذلك باكتشاف الطبيب إدوارد جينر مفهوم التطعيم ضد الجدري ـ ظهرت المئات من التطويرات والتقنيات التي وجدت طريقها إلى داخل أو خارج الجسد، دون أن يثير ذلك جدلاً لوقت طويل. فمن النظارات فوق أنوفنا، إلى الأمصال السارية في دمائنا إلى الحشو داخل أسناننا، إضافة إلى اختباري الحمل وقياس مستوى الجلوكوز المنزليين. ثم هناك الأطراف الاصطناعية والمفاصل المعدنية، بل وهناك القرنيات والأكباد المستزرعة من موتى في أحياء. فقد صارت أجسادنا «بيونية» (بيولوجية ـ الكترونية)، وصار كل منا تقريباً «إنساناً مزيداً» ـ كما يذكر كتاب «عصر الجينات والالكترونيات» ـ بما يحمله من تطويرات وإضافات بيولوجية والكترونية في آن، وملازمة له بصورة دائمة، داخل جسمه أو خارجه.

ولكن ثمة صفات مشتركة بين كل هذه الإضافات التي سبقت الإشارة إليها، لا نجدها في الموجة الجديدة من التقنيات التي تؤدي وظائفها عبر اختراق الجسد. فأولاً: ليس ثمة شك في نفع كلٍّ منها. أيخالجك شك في جدوى التطعيم ضد الجدري (وإن اعترض في حينها أطباء عيادات الجدري الذين هاجموا الأسلوب الوقائي الجديد لسبب

مفهوم؛ انقطاع رزقهم!)؟. وهذا ما لا يتوافر مثلاً في شريحة «بوابة المخ»، ففائدتها المرجوة في استعادة الحركة أمر يختلف عليه المتخصصون. وثانياً: يجمع بين الإضافات البيونية (البيو - إلكترونية) التي حظيت بالقبول والانتشار أنها لا تؤدي إلى وصم المريض اجتماعياً، أو تؤثر على أي من حرياته المدنية. وهذا ما لا يتحقق مثلاً في شارة «فيري تشب» التي يمكن أن تؤدي إلى التمييز ضد بعض الأشخاص فتؤثر سلباً على أي من حقوقهم المدنية (في الوظائف مثلاً) على أساس الإصابة ببعض الأمراض (كالإيدز) أو التاريخ المرضي. وثالثاً: لم يُجبر أي منا على ارتداء النظارات أو حشو أسنانه أو تركيب مفصل صناعي رغماً عنه. فكل هذه «الإضافات» تمت طواعية، رغبة في تحسين الحياة وتوسيع نطاق الحرية الفردية، وليس تقييدها أو انتهاكها كما يمكن أن تفعل شارة «فيري تشب» أو علاج الإدمان على العقاقير بأسلوب «العقاقير المضادة» أو غيرها مما سيرد ذكره.



الحرب على الإدمان.. وحرية التفكير

من أمثلة العقاقير المثيرة للجدل ما يعرف باسم «العقاقير المضادة» الهادفة لتحجيم الإدمان على المخدرات. ففي سياق «الحرب على إدمان العقاقير المخدرة» في الولايات المتحدة، والتي دشنها في السابع

عشر من يونيو 1971 الرئيس الأمريكي السابق ريتشارد نيكسون، تصاعدت عاماً بعد عام الميزانيات الحكومية الموجهة للقضاء على الإدمان على العقاقير باعتباره «العدو رقم 1 لشعب الولايات المتحدة». فزادت هذه الميزانية من 8,155 مليون دولار في ميزانية أميركا عام 1972 إلى 6,12 مليار دولار في ميزانية العام الماضي 2005، كما ذكر تقرير من مركز حرية الإدراك والأخلاقيات (CCLE) بكاليفورنيا، صدر أواخر العام الماضي. وقد نالت شركات الأدوية قسطاً من هذا التمويل لتطوير عقاقير تثبط أو تمنع وصول المواد المخدرة للدماغ، ومن ثم، تثبط أو تمنع حدوث النشوة التي يجلبها تعاطي العقاقير المخدرة. ويؤدي ذلك إلى تناقص الرغبة في تناول العقاقير المخدرة، إلى أن يتعافى المريض منها نهائياً. وأطلق على ذلك الأسلوب «العلاج بالعقاقير المضادة» (Pharmacotherapy). ومن أمثلة هذه العقاقير المضادة «ريفيا» و«سوبوتكس» و«سوبوكسون» وطورتها شركتا «دو بونت مرك للأدوية» و«ريكيت بنكيزر للأدوية».

لهذا الأسلوب العلاجي فوائده المثبتة لمن يُقدِم من المرضى - راغباً - على استخدامه. ولكن ما يثير قلق مركز حرية الإدراك والأخلاقيات، كما ذكر التقرير، هو أن التسييس الذي شُحنت به حملة «الحرب على إدمان العقاقير المخدرة» ربما يؤدي إلى الإلزام القسري لكل المرضى الذين يعالجون من الإدمان في المصحات التقليدية باتباع أسلوب العلاج بالعقاقير المضادة، الراغب والرافض سواء. أو بممارسة نوع آخر من الإكراه بتقييد العون المادي الذي يتلقاه المدمن بخضوعه للعلاج

بالعقاقير المضادة. ونبه التقرير لما تتضمنه هذه السياسات من تعدّ على الحقوق الدستورية المستقرة. فأولاً: يرقى إجبار فرد على تناول العقاقير - وإن كان سجيناً - لدرجة التعذيب، حسب الدستور الأمريكي (مستثنى من ذلك غير المؤهلين عقلياً والأشخاص الذين يمثلون خطورة على المجتمع). وثانياً: يمثل ذلك انتهاكاً لحرية التفكير. فيشير التقرير إلى أنه مهما اختلفنا حول الطريقة التي يبزغ بها العقل الواعي من نشاط مليارات الخلايا العصبية (العصبونات) التي تتواصل مع بعضها البعض كهربياً وكيميائياً، فليس ثمة خلاف على أن هذه الخلايا وما بينها من نواقل كيميائية تؤثر في طريقة تفكيرنا وفي تمايز عقل كل منا عن الآخر. ومن ثم، فإن التحكم في أي المواد يعبر إلى المخ وأيها يُمنع (كما يفعل العلاج بالعقاقير المضادة) يمثل في نهاية الأمر تعدياً على حرية التفكير. ويخلص التقرير إلى أنه لا بأس أن يختار الأفراد المرضى بالإدمان على العقاقير المخدرة الأساليب العلاجية المختلفة التي يرون فيها خلاصهم، على أن يكون ذلك نتيجة اختيار واع، وتبصر كامل بالعواقب، ودون إكراه من أي نوع.

التذكر والنسيان... إجبارا!

في حوار مع مجلة «نيوسيانتست» العلمية البريطانية العام الماضي، نبه ريتشارد جلين بوار، رئيس ومؤسسة مركز حرية الإدراك والأخلاق، للخطورة التي تنطوي عليها مجموعة من العقاقير المسماة «عقاقير التحكم في الذاكرة» وخص بالذكر عقار «بروبرانولول» الذي يستخدم بالأساس

للتحكم في ضغط الدم المرتفع. فقد أثبتت دراسة أُجريت على الأطقم الطبية لاستقبال الحوادث عام 2002 أن تعاطي الأفراد للعقار خلال حوالي 6 ساعات من التعرض للمواقف أو المشاهد المؤلمة، جعلهم أقل قدرة على تذكر هذه المواقف أو المشاهد بعد حوالي شهر من حدوثها، وذلك بالمقارنة بأفراد الأطقم الطبية الذين لم يتناولوا العقار.

ونتج عن هذه الدراسة أن نادى البعض بأن يُعطى هذا العقار بصورة روتينية للمرضى الذين يتعرضون لحوادث مؤلمة، كسقوط الطائرات مثلاً، وكذلك للجنود الذين يشاركون في معارك دموية. ونقطة الخلاف هنا، كما هو الأمر مع العلاج بالعقاقير المضادة، إن إعطاء عقار لمريض بغير رضا منه ووعي كامل بالعواقب يخالف الدستور. كما أن الأمر أكثر تعقيداً مما يبدو. فالشخص الذي قرر أن ينسى مشاهد حادث مؤلم، ربما يرغب ـ أو يُضطر ـ أن يدلي بشهادته. فالاتساق والوحدة في سجل ذاكرة الفرد وتاريخه الشخصي ـ وكلاهما مكون رئيس لشخصيته ـ ربما يكونان أكثر أهمية من الإسقاط القسري لبعض المشاهد، وإن كانت مؤلمة.

والوجه الآخر لمعضلة عقاقير النسيان هو عقاقير تقوية الذاكرة. فيقول بوار إنه خلال 5 ـ 10 سنوات ستتاح غالباً عقاقير تقوية الذاكرة. ورغم الآثار الإيجابية المرجوة من هذه العقاقير، فإن مثار القلق حولها هو أن يُكره الأفراد على تناول هذه العقاقير عند التعرض لمواقف مثل الإدلاء بشهادة أمام القضاء. إذ تبرز هنا، مجدداً، الإشكالية التقليدية؛ الإجبار والاختيار في تناول العقاقير، وما يمثله الإكراه من انتهاك للحقوق والحريات الأصيلة للأفراد.

وثمة تكنولوجيا أخرى ستؤدي غالباً إلى انتهاك خصوصية الذاكرة ويقوم بتجريبها الآن مكتب التحقيق الفيدرالي الأميركي (FBI) وتسمى «بصمة الدماغ». وتعتمد على التقاط موجة (P300) الكهربية المنبعثة من دماغ الأشخاص الذين اقترفوا جرائم، وذلك عندما تُعرض لهم صور أو مشاهد متعلقة بهذه الجرائم. بالطبع ستساعد هذه التكنولوجيا ـ خاصة مع مستوى الدقة الذي تحققه ـ في تبرئة ساحة الأشخاص الأبرياء الذين سيطلبون استخدامها معهم لإثبات براءتهم. ولكن المشكلة، مرة أخرى، تكمن في احتمال قيام السلطات باستخدام هذه التكنولوجيا قسراً في الحالات التي لا يرغب المتهم في استخدامها معه. فالموجة الكهربية (P300) غير إرادية ومن ثم فإن التقاطها بغير رغبة المتهم هو انتهاك لإحدى خصوصياته الحميمة؛ ذاكرته.

ليست هلاوس.. بل إعلانات المشروبات الغازية!



وبلغ اختراق الدماغ مدى جديداً بتطوير تكنولوجيات تقذف بالإعلانات والرسائل التسويقية مباشرة داخل الدماغ، بدون علم أو رغبة صاحبها، وبحيث لن يدري من أين يأتيه الصوت وكيف يتردد داخل رأسه دون أن يسمعه غيره.

فقد ذكرت مجلة «تكنولوجي ريفيو» التي يصدرها معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (مايو 2004) أن شركتين أمريكيتين تعكفان الآن على تطوير تقنية صوتية تتيح توجيه «شعاع صوتي» إلى شخص معين ليسمع الصوت دون غيره، فيما يعرف بتقنية «الصوت الموجّه» (Directional Sound). الشركتان هما أمريكان تكنولوجي كوربوريشن، ويقودها المخترع المخضرم إلوود نوريس، وشركة هولوسونيك لابز، ويقودها المخترع الشاب جوزيف بومبي. وبالمقارنة بمكبرات الصوت التقليدية التي تنتج أصواتاً في شكل موجات تنتشر في كل الاتجاهات ويمكن للأذن تمييزها (تشبه الموجات التي تنتج عندما تلقى بحجر في ماء ساكن)، تعتمد أنظمة الصوت الموجه على صنع «أشعة» دقيقة من الموجات فوق الصوتية (تشبه في فكرة عملها تركيز الضوء في أشعة الليزر)، ويكون تردد هذه الموجات أعلى من 20 ألف ميجاهرتز، وهو الحد الأعلى من موجات الصوت الذي تستطيع الأذن التقاطه. وعندما تنتقل موجات الصوت العادي أو الموجه في الهواء يصيبها بعض التشوش، الذي يؤدي إلى إضعاف وتقليل جودة موجات الصوت العادي. ولكن ذلك التشوش هو لب تقنية الصوت الموجه، لأنه يؤدي إلى تكسير الموجات فوق الصوتية إلى موجات أقل تردداً، يمكن للأذن الاستماع إليها وتمييزها، ولكن في نطاق ضيق يسمح لشخص واحد فقط بسماعها.

هل لمادة الدماغ البيضاء دور مهم؟[1]



ظل العلماء خلال حقبة من الزمان ينظرون إلى مادة الدماغ البيضاء على أنها بنية تحتية غير فعالة، لكن بحثاً جديداً بيّن أنها تؤثر تأثيراً فعالاً في عملية التعلم وفي الأمراض العقلية.

تخيل ماذا يمكن أن يحدث إذا ما استطعنا أن نختلس النظر من خلال ثقب في الجمجمة لرؤية ما الذي يجعل دماغاً ما أكثر ذكاءً من دماغ آخر، أو لاكتشاف إذا ما كانت هناك خلال خفية دافعة يمكن أن تحث على إصابة شخص ما بالفصام أو بخلل في القراءة (ديسكلسيا). توجد الآن تقانة جديدة من تقانات التصوير تساعد العلماء على رؤية مثل تلك الشواهد، ولقد كشفت هذه التقانة الحديثة عن مفاجأة: إن الذكاء ومجموعة متنوعة من المتلازمات العقلية يمكن أن تؤثر فيها سبل موجودة داخل الدماغ ويقتصر تكوينها على المادة البيضاء.

إن المادة السنجابية الموجودة فيما بين الأذنين والتي يقرعك بشأنها

(1) مجلة العلوم، كانون الأول 2008.

معلموك، هي المكان الذي تحدث فيه العمليات الحسابية العقلية وتخزّن فيه الذكريات. هذه القشرة المخية تكوّن سطح الدماغ وتتألف من أجسام خلايا عصبونية متراصة على نحو كثيف تمثل الأجزاء الصانعة للقرار من الخلايا العصبية أو العصبونات. من ناحية أخرى، تقع تحت القشرة المخية مباشرة طبقة سفلى من المادة البيضاء تملأ ما يقرب من نصف الدماغ البشري، وهي نسبة أكبر بكثير من تلك الموجودة في أدمغة الحيوانات الأخرى. تتكون المادة البيضاء من الملايين من كبلات الاتصال، ويحتوي كل منها على سلك طويل منفرد مستقل يسمى المحوار axon، مغلف بمادة شحمة بيضاء تسمى مَيَلِين (نُخاعِين) myelin. تربط هذه الكبلات البيضاء العصبونات الموجودة في منطقة ما من الدماغ بالعصبونات الموجودة في المناطق الأخرى مثلما تربط الخطوط الرئيسية للشبكة الهاتفية بين الهواتف التي توجد في الأجزاء المختلفة من البلاد.

لعقود من الزمن، ظل علماء الأعصاب يبدون اهتماماً قليلاً بالمادة البيضاء، وكانوا يعتبرون الميلين مجرد عازل والكبلات الموجودة في داخله ليست أكثر من مسالك غير فعالة. لقد ركزت نظريات التعلم والذاكرة والاضطرابات النفسية على فعل جزيئي يحدث داخل العصبونات وعند المشابك الشهيرة، وهي عبارة عن نقاط اتصال بالغة الصغر بين العصبونات. ولكن العلماء بدؤوا يدركون الآن أننا قد بخسنا المادة البيضاء أهميتها في نقل المعلومات فيما بين مناطق الدماغ على النحو الصحيح. لقد أظهرت الدراسات الجديدة أن حجم المادة البيضاء

يختلف باختلاف الأشخاص الذين تتفاوت خبراتهم العقلية أو الذين يعانون من اختلالات وظيفية معينة. كما أنه يتغير أيضاً داخل دماغ الشخص الواحد (ذكراً أو أنثى) أثناء تعلمه أو ممارسته لاحدى المهارات، مثل العزف على البيانو. وعلى الرغم من أن العصبونات في المادة السنجابية تُنَفِّذُ الأنشطة العقلية والبدنية، فإن وظيفة المادة البيضاء يمكن أن يكون لها الأهمية نفسها بالنسبة إلى كيفية تمكن الأشخاص من المهارات العقلية والاجتماعية، وكذلك بالنسبة إلى سبب صعوبة تعلم الكلاب المسنة الحيل الجديدة.

المادة البيضاء مرتبطة أكثر بالبراعة والتمكن



لقد كان الميلين الذي يعطي المادة البيضاء لونها يشكل دائماً لغزاً. ولأكثر من قرن من الزمن ظل العلماء يفحصون العصبونات من خلال مجاهرهم ويرون أليافاً طويلة، هي المحاوير، يمتد كل منها في جسم خلية عصبونية إلى جسم خلية مجاورة مثل إصبع طويلة ممدودة. لقد وُجد أن كل محوار مغلف بهلام كثيف. وقد ظن علماء التشريح أن هذا الغلاف الشحمي لا بدّ وأنه يعزل المحاوير، كما يفعل الغمد المطاطي الموجود على طول سلك النحاس. ولكن الغريب أن العديد من المحاوير وخاصة الخيوط الأصغر حجماً لم يكن مغلفاً على الإطلاق، وحتى الألياف المعزولة

كانت تظهر على طول أغلفتها العازلة ثغرات كل مليمتر تقريباً. لقد أصبحت هذه المواضع العارية تعرف بعقد «رانفييه» نسبة إلى عالم التشريح الفرنسي (A.L رانفييه) الذي كان أول من وصفها.

لقد كشف الاستقصاء الحديث أن السرعة التي تنتقل بها الدفعات العصبية عبر المحاوير تزداد 100 مرة حينما تكون المحاوير مغلفة بالميلين، وأن الميلين يبرم حول المحاوير مثل الشريط الكهربائي إلى حدٍ ما، حيث يلتف نحو 150 مرة حول المحوار فيما بين كل عقدة وأخرى. تصَنع مادة الميلين على هيئة ألواح بواسطة نوعين من الخلايا الدبقية المنتشرة في الدماغ والجهاز العصبي ولكنها ليست عصبونات. تقوم الخلايا الدبقية الأخطبوطية الشكل المسماة بالخلايا الدبقية القليلة التغصن oligodendrocyte بعملية لف الميلين حول المحاوير لتغليفها، وبذلك تصبح الإشارات العصبية غير قادرة على التسرب خلال الغمد، فتنتقل عبر المحوار بالوثب السريع من عقدة إلى أخرى؛ أما في الأعصاب الواقعة خارج الدماغ والنخاع (الحبل) الشوكي، فتوجد خلايا دبقية تشبه النقانق تسمى خلايا شوان Schwan cells (أو الخلايا المغمدة للألياف العصبية) لتكوين الميلين.

ولولا وجود الميلين لتسربت الإشارات الكهربائية وتبددت. وينبغي أن يكون سمك الميلين العازل مناسباً بالضبط لقطر الليف العصبي الموجود داخله لتحقيق سرعة النقل القصوى للدفعات العصبية. تبلغ النسبة الأمثل لقطر المحوار العاري المقسوم على قطر الليف بأكمله (متضمناً الميلين) 0,6. ليست لدينا أية فكرة عن كيفية «معرفة» الخلايا

الدبقية القليلة التغصن لعدد طبقات العزل الضرورية لتكوين السمك الصحيح للميلين على المحاوير المختلفة الأقطار، سواء أكان 10 أم 100. ولكن الأخصائي في البيولوجيا (علم الأحياء) «A.K. نيف» (في معهد ماكس بلانك للطب التجريبي في جوتينجن بألمانيا) وجد مؤخراً أن خلايا شوان تستكشف بروتيناً يسمى نوريكلين neuregulin يكسو المحاوير، وأنه إذا ما ازدادت كمية هذا البروتين أو نقصت قامت خلايا شوان بلف ألواح أكثر أو أقل من الميلين حول المحاوير. ومما يثير الاهتمام أن كثيراً من الناس الذين يعانون من الاضطراب الثنائي القطب أو من الفصام، لديهم عيب في الجينة التي تضبط إنتاج هذا البروتين.

يحدث لف أغلفة الميلين حول المحاوير في أعمال مختلفة، إذ ينتشر الميلين فقط في مناطق قليلة من الدماغ عند الميلاد، ثم يتسع مدى انتشاره في اندلاعات مفاجئة، ولا يكتمل لف الميلين حول المحاوير حتى سن الخامسة والعشرين أو الثلاثين في بعض الأماكن. يستمر تكوين الميلين على نحو مطرد في موجة تنتشر من مؤخرة القشرة المخية إلى مقدمتها (الجبهة) أثناء نمونا وصولاً إلى سن البلوغ. إن الفصين الجبهيين هما آخر الأماكن التي يظهر فيها تكون الميلين، وهما المنطقتان المسؤولتان عن المهارات الأرقى مستوى من التفكير وخاصة الاستنتاج من الوقائع والمقدمات، والتخطيط، وعملية تكوين الرأي عن طريق التمييز والمقارنة، والتي لا تتشكل إلا بالتجربة والخبرة. لقد تفكر الباحثون في هذا وخمنوا أن الكمّ الضئيل من الميلين في الدماغ المُقدّم هو أحد الأسباب لعدم امتلاك المراهقين القدرة على اتخاذ القرار، وهي

القدرة التي توجد لدى البالغين. ولقد أوحت مثل تلك الملاحظات إلى أهمية الميلين بالنسبة إلى الذكاء.

من المفترض ألا ينتهي الدماغ من تغليف المحاوير البشرية حتى المرحلة المبكرة من البلوغ، لأنه طوال ذلك الوقت تستمر المحاوير في النماء واكتساب فروع جديدة وتقليم فروع أخرى استجابة للتجارب والخبرات المكتسبة. وبمجرد أن تصبح المحاوير ميلينية، تصير التغيرات التي تخضع لها هذه المحاوير محدودة أكثر. ومع ذلك، بقي سؤال ظل يطرح نفسه إلى زمن طويل وهو: هل عملية تكون الميلين مبرمجة بالكامل، أم إن تجاربنا وخبراتنا الحياتية تعدل بالفعل من درجة التغليف الميليني، التي تؤثر بدورها في مدى جودة تعلمنا؟ وهل يُكوّن الميلين بالفعل القدرة المعرفية تدريجياً، أم أن المعرفة محدودة فقط بالمناطق التي لم يتكون بها الميلين بعد؟

لقد قرر ف. أولين (عازف البيانو البارع) أن يكتشف الإجابة، وقد تصادف أن يكون «أولين» أيضاً أستاذاً مساعداً (مشاركاً) في معهد استوكهولم للدماغ بالسويد. وقد قام هو وزملاؤه في عام 2005 باستخدام تقانة جديدة لتفرس الدماغ تسمى تصوير مُوَتِّر انتشاري diffusion tensor imaging (أو DTI اختصاراً) لتقصي أدمغة عازفي البيانو المحترفين. يجري التصوير DTI بنفس نوع ماكينات التصوير بالرنين المغنطيسي الموجود في المستشفيات، ولكنه يتضمن نوعاً مختلفاً من المجال المغنطيسي ولوغاريتمات مختلفة لتكوين شرائح تصويرية متعددة للدماغ، بحيث تتجمع في صورة ثلاثية الأبعاد؛ تصور الشرائح الكميات

الموَجهْة (المُعَرَّفة رياضياتياً بالمُؤثِّرات أو التنسورات) للماء الذي ينتشر في الأنسجة. فتكون إشارات التصوير DTI ضعيفة في المادة السنجابية، لأن الماء ينتشر خلالها انتشاراً متماثلاً. ولكن الماء ينتشر على نحو غير متماثل على طول حزم المحاوير، فيضيء هذا النسق غير المنتظم المادة البيضاء كاشفاً الطرق الرئيسة العامة التي تتدفق فيها المعلومات فيما بين مناطق الدماغ. فكلما كانت الألياف محشورة في حزم مكتظة ومغلفة بقدر وافر من الميلين، كانت إشارات التصوير DTI أقوى.

لقد وجد «أولين» كذلك مناطق معينة من المادة البيضاء في أدمغة عازفي البيانو المحترفين أكثر نماء وتطوراً عنها لدى غير الموسيقيين. تربط هذه المناطق أجزاء القشرة المخية البالغة الأهمية بالنسبة إلى الحركات المتناسقة للأصابع مع مناطق تتضمن عمليات معرفية أخرى تؤدي دورها أثناء عزف الموسيقى.

كما وجد «أولين» أيضاً أنه كلما زاد، على مر الزمن، عدد الساعات التي يتدرب فيها عازف الموسيقى، ازدادت إشارات التصوير DTI قوة في مسالك المادة البيضاء، هذه التي كانت فيها المحاوير مغلفة بقدر أوفر من الميلين أو محتشدة في حزم مكتظة. بالطبع، يمكن أن تكون المحاوير قد تمددت ليس غير، ولذلك أصبحت في حاجة إلى مزيد من الميلين للحفاظ على نسبة 0,6 المثلى. وسوف يظل هذا الخلاف محل بحث ما لم يُجْرَ تشريح للدماغ بعد الموت. ومع ذلك، يعتبر ذلك اكتشافاً مهماً؛ لأنه يبيّن أنه عندما يتعلم الإنسان إحدى المهارات المعقدة، فإن المادة البيضاء تحدث فيها تغيرات ملحوظة، على الرغم

من أنها بنية دماغية لا تحوي أية أجسام خلايا عصبونية أو مشابك على الإطلاق، وإنما تحوي محاوير ودبقاً عصبياً glia فقط. وتظهر الدراسات التي تُجرى على الحيوانات التي يمكن فحص أدمغتها فحصاً مادياً، أن الميلين يمكن أن يتغير استجابةً للخبرات العقلية ولبيئة نماء الحيوان. لقد أكد مؤخراً عالم البيولوجيا العصبية «T.W. كرينوف» (في جامعة إلينوي بإربانا شامبين) أن الجرذان التي تربت في بيئات غنية «تتمتع فيها بحرية الوصول إلى لعب وفيرة واستعمالها وتتعرض فيها إلى تفاعلات اجتماعية نشيطة) كانت لديها كمية أكبر من الألياف الميلينية في الجسم الثفني corpus callosum، الذي هو عبارة عن حزمة ضخمة من المحاوير التي تربط بين نصفي الدماغ.

تتفق هذه النتائج فيما يبدو مع دراسات التصوير DTI التي أجراها عالم الأعصاب «J.V شميتهورست» (من مستشفى سينسيناتي للأطفال)، حيث قام بمقارنة درجة نماء المادة البيضاء في أدمغة الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 5 إلى 18 سنة. ووجد أن بنية المادة البيضاء الأكثر تنامياً ترتبط بشكل مباشر بدرجة معامل الذكاء الأعلى. وقد كشفت تقارير أخرى أن الأطفال الذين يعانون من الإهمال الشديد تقل المادة البيضاء في الجسم الثفني لديهم حوالي 17٪ عن الطبيعي.

تَغَيُّرٌ مَرِنٌ

توحي مثل تلك الاكتشافات بشدة إلى أن الخبرة تؤثر في تكوين الميلين، وأن الميلين الناتج منها يدعم عملية التعلم وتحسين المهارات.

ولكي يكون الباحثون مقتنعين تماماً بهذا الاستنتاج، فإنهم بحاجة إلى تفسير معقول ومقبول لكيفية تمكن الميلين الوافر من تعزيز المعرفة، وكذلك إلى بعض الأدلة المباشرة على أن عيوب الميلين يمكن أن تضعف القدرات الذهنية.



لقد كشف مختبري النقاب عن عدة طرق تُمكن خبرات الفرد من التأثير في تكوين الميلين. ففي الدماغ تطلق العصبونات دفعات كهربائية في المحاوير. وبإنماء عصبونات من أجنة الجرذان في أطباق زرع مجهزة بمسارٍ كهربائية من البلاتين، يمكننا فرض طرز من الدفعات عليها. وقد وجدنا أن هذه الدفعات تستطيع التحكم في جينات معينة في العصبونات، إحداها تتسبب في إنتاج بروتين لزج اسمه L1-CAM يؤدي دوراً مهماً في لصق طبقة الغشاء الأولى حول المحوار عندما يبدأ الميلين بالتكوّن.

كما وجدنا أيضاً أن الدبق العصبي الموجود يستطيع التنصت على الدفعات المنطلقة خلال المحاوير، وأن عدد الدفعات السارية المسموعة يعدل درجة تكوّن الميلين، حيث يُطلق نوع من الخلايا الدبقية يسمى الخلايا النجمية astrocyte cells عاملاً كيميائياً عندما يستشعر زيادة في

عدد الدفعات السارية، فتنبه هذه الشفرة الكيميائية الخلايا الدبقية القليلة التغصن إلى تكوين مزيد من الميلين. إن الأطفال الذين يموتون من جراء الإصابة بمرض ألكسندر ـ وهو أحد اضطرابات مرحلة الطفولة المميتة الذي يسبب تخلفاً عقلياً وتكون ميلين شاذ ـ يتعرضون لحدوث طفرة في إحدى جينات الخلايا النجمية.

ويساعد المنطق كذلك على تفسير كيف تستطيع المادة البيضاء التأثير في القدرة المعرفية. فقد يبدو بالتناظر الوظيفي مع الإنترنت أن كافة المعلومات في الدماغ ينبغي أن تنتقل منه بأسرع ما يمكن، ويعني ذلك أن تكون العصبونات جميعها ميلينية بقدر متساوٍ. ولكن بالنسبة إلى العصبونات، لا يكون الأسرع دائماً هو الأفضل. يجب على المعلومات أن تجتاز مسافات طويلة لتنتقل بين مراكز الدماغ، إذ يقوم كل مركز بأداء وظيفته الخاصة ويرسل النتاج إلى منطقة أخرى لتقوم بالخطوة التالية لتحليل المعلومات. بالنسبة إلى عمليات التعلم المعقدة، مثل تعلم العزف على البيانو، يجب أن تكثر المعلومات من التنقل ذهاباً وإياباً فيما بين عدة مناطق؛ كما أن المعلومات الواردة من مسافات مختلفة يجب أن تصل معاً إلى مكان واحد في زمن معين. ولكي يتم ذلك بمثل هذه الدقة، يكون من الضروري حدوث تأخيرات؛ إذ لو نقلت جميع المحاوير المعلومات بأقصى معدل سرعة لوصلت الإشارات من العصبونات البعيدة متأخرة دائماً عن الإشارات القادمة من العصبونات المجاورة. إن الوقت النموذجي الذي يستغرقه انتقال الدفعة العصبية من أحد نصفي الدماغ إلى النصف الآخر خلال المحاوير

الميلينية في الجسم الثفني يبلغ 30 جزءاً من الألف من الثانية مقارنة بـ 150 إلى 300 جزء من الألف من الثانية خلال المحاوير غير الملينية. عند الميلاد لا يكون أي من محاوير الجسم الثفني ميلينياً، ويبقى ثلاثون في المئة منها على هذا النحو حتى البلوغ، ويساعد هذا الاختلاف على تناسق سرعات الانتقال.

ربما كانت عقد «رانفييه» على هذا القدر نفسه من الأهمية، فقد استنتج العلماء في السنوات القليلة الماضية أن هذه العقد هي أبعد ما تكون عن كونها أخطاء في عملية تكون الميلين، وأنها تعمل كمكررات كهربائية حيوية معقدة: أي كمحطات ترحيل تولد الإشارات الكهربائية وتنظمها وتنشرها بسرعة على طول المحوار. وقد أوضح علماء البيولوجيا العصبية عن طريق دراستهم حاسة السمع الممتازة لدى طائر البوم، أنه أثناء عملية تكون الميلين تقوم الخلايا الدبقية القليلة التغصن بغرز عقد أكثر مما ينبغي للتبليغ السريع بالإشارات خلال بعض المحاوير، وذلك لإبطاء الإشارات السارية خلالها.

من الواضح أن سرعة انتقال الدفعات العصبية هي مظهر بيولوجي من مظاهر وظيفة الدماغ. نحن نعلم أن الذاكرة والتعلم يحدثان عندما تترابط دوائر عصبونية معينة بمزيد من القوة. ومن المرجح فيما يبدو أن الميلين يؤثر في هذه القوة عن طريق تعديل سرعة التنقل، بحيث يصل وابل الدفعات العصبية عند العصبون نفسه في آن واحد من عدة محاوير. وعندما يحدث هذا التقارب، تتجمع الصدمات الكهربائية المنفردة وتتراكم، مما يزيد من قوة الإشارات، ومن ثم تخلق ارتباطاً

أقوى فيما بين العصبونات التي تشتمل عليها تلك الدوائر. وينبغي إجراء مزيد ومزيد من الأبحاث لفحص وتحري هذه النظرية، ولكنه لا يوجد أدنى شك في استجابة الميلين للبيئة ومشاركته في المهارات التعلمية.



التعلم والمرض العقلي

ليس من الصعب، وفقاً لهذا المنظور، تصور كيف يمكن أن يؤدي الانتقال المعيب للدفعات العصبية إلى تحديات عقلية. فبعد قضاء عقود من الزمن في البحث عن وجود أسباب العجز العقلي في المادة السنجابية، صار لدى علماء الأعصاب الآن أدلة تفصيلية توحي إلى أن المادة البيضاء تؤدي دوراً في ذلك. فخلل (أو عسر) القراءة، على سبيل المثال، ينتج من وقوع فوضى في توقيت انتقال المعلومات في الدوائر الضرورية للقراءة. وقد كشف تصوير الدماغ عن نقصٍ في المادة البيضاء في هذه السبل، مما قد يسبب مثل هذه الفوضى. ويُعْتَقد أن شذوذات المادة البيضاء تعكس وجود عيوب في تكون الميلين مع شذوذات نمائية في العصبونات المؤثرة في هذه التوصيلات من المادة البيضاء.

ينجم صمم النغم عن عيوب في عمليات معالجة الصوت العالية المستوى في القشرة المخية، حيث يتم تحليل الأصوات. وقد وجد أخصائي علم النفس «L.K. هايد» (بجامعة ماك كيل) نقصاً في كمية المادة البيضاء الموجودة في حزمة ليفية معينة في الدماغ المُقَدم الأيمن

للأفراد المصابين بصمم النغم. إضافة إلى ذلك، يشير البحث الذي قام به «K.L. جاكوبسون» (بجامعة ييل) إلى أن التعرض لدخان التبغ أثناء النماء الجنيني المتأخر أو أثناء مرحلة البلوغ، عندما تجري عملية تكوين الميلين لتغليف محاوير هذه الحزمة، يضعف المادة البيضاء ويعطل وظيفتها. ويرتبط التركيب كما يرى بالتصوير DTI ارتباطاً مباشراً بالأداء الوظيفي الذي يُحدَّد بالاختبارات السمعية. فمن المعروف أن النيكوتين يؤثر في المستقبلات الموجودة في الخلايا الدبقية القليلة التغصن التي تنظم نماء الخلايا. لذلك، فالتعرض للعوامل البيئية أثناء فترات تكون الميلين البالغة الأهمية قد يكون له عواقب مستمرة مدى الحياة.

لقد صار مفهوماً الآن أن الفصام هو اضطراب نمائي يتضمن شذوذاً في خاصية التوصيل، والدليل على ذلك متعدد الجوانب. لقد ظل الأطباء يتساءلون دائماً عن سبب ظهور الفصام ظهوراً نموذجياً أثناء مرحلة المراهقة، لكن الجدير بالذكر أن هذا هو العمر الأولي الذي يحدث فيه تكون الميلين في مقدمة الدماغ. صحيح أن العصبونات هنالك قد ترسخت إلى حدٍّ كبير، ولكن الميلين يكون في حالة تغير، مما يجعله مشتبهاً فيه. إضافة إلى ذلك، توصل ما يقرب من 20 دراسة في السنوات الأخيرة إلى استنتاج أن المادة البيضاء شاذة في مناطق متعددة من الدماغ الفصامي، لامتلاكها خلايا دبقية قليلة التغصن أقل مما ينبغي أن يكون. وعندما أصبح متوافراً مؤخراً أجهزة بالغة الصغر كالشرائح لتحليل الجينات، يمكنها مسح آلاف الجينات في آن واحد، أصيب الباحثون بالدهشة عندما اكتشفوا أن العديد من الجينات المُطفَّرَة

المتصلة بالفصام مُتَضَمَّن في عملية تكوين الميلين. كما لوحظ أيضاً وجود شذوذات في المادة البيضاء لدى الأشخاص المصابين باضطراب نقص الانتباه مع فرط النشاط، والاضطراب الثنائي القطب، واضطرابات اللغة، والتوحد، والضعف المعرفي التدريجي في الشيخوخة، ومرض الزهايمر، بل وأيضاً لدى الأفراد المصابين بالكذب المرضي.

وبالطبع، قد يكون الميلين الناقص النمو أو الذابل نتيجةً وليس بالضرورة سبباً لقلة الإشارات المتنقلة بين العصبونات. فعلى الرغم من كل شيء، تعتمد الوظيفة المعرفية بالفعل على الاتصال العصبوني عبر المشابك في مادة القشرة المخية السنجابية التي تؤثر فيها معظم الأدوية ذات المفعول النفسي. إلا أن الاتصال الأمثل فيما بين مناطق الدماغ، والذي يعتبر أيضاً أساسياً للمعرفة الصحيحة، يعتمد على طبقة المادة البيضاء السفلى التي تكون الأساس الوطيد الذي يربط بين هذه المناطق. ففي عام 2007، قام الطبيب «G. كورفاس» (أخصائي الأمراض العصبية) بتوضيح أن التعطيل التجريبي لجينات موجودة في الخلايا الدبقية القليلة التغصن وليس في العصبونات عند الفئران يسبب تغيرات سلوكية لافتة للنظر، تحاكي ما يحدث في الفصام. وترتبط الآثار السلوكية بجينة تسمى نوريكلين، وهي إحدى الجينات نفسها التي وجد أنها شاذة في الخزعات النسيجية المستأصلة من الأدمغة الفصامية.

أما مسألة البيضة أولاً ثم الدجاجة أم الدجاجة أولاً ثم البيضة التي تنطبق على ما إذا كانت تغيرات الميلين هي التي تغير العصبونات أم أن النسق العصبونية المتغيرة هي التي تغير الميلين فسوف تتم تسويتها

بالطريقة نفسها التي تسوى بها دائماً مثل تلك المعضلات: أي بالاعتراف بوجود توافق وثيق بين الآليتين بمعنى توقف كل منهما على الأخرى. فالدبق المكون للميلين يمكن أن يستجيب للتغيرات التي تحدث في قطر المحوار ولكنه ينظم أيضاً ذلك القطر، كما أنه يستطيع تحديد بقاء محوار بعينه على قيد الحياة أم لا. ففي مرض التصلب المتعدد، على سبيل المثال، يمكن أن تموت المحاوير والعصبونات عقب فقدان الميلين الذي يحدث نتيجة المرض.

تغييرات البنية الدماغية للمسنين

أياً كانت الآلية، فإن دقة التوصيلات بين مناطق الدماغ تتحسن مع نضوج دماغنا من مرحلة الطفولة إلى مرحلة البلوغ. ويمكن أن تملي درجة جودة تكوين هذه التوصيلات مدى البراعة التي نستطيع بها تعلم بعض المهارات الخاصة في أعمال معينة.

وبالفعل، كشفت دراسات «أولين» لعازفي البيانو البارعين عن نتيجة بحثية إضافية توضح أن المادة البيضاء كانت أكثر نماء في كل مكان من أدمغة الأفراد الذين شرعوا في احتراف العزف على إحدى الآلات الموسيقية في سن مبكرة؛ أما في الأشخاص الذين بدؤوا بتعلم العزف بعد سن البلوغ، فقد وجد أن المادة البيضاء ازداد نماؤها فقط في منطقة مقدمة الدماغ التي ظلت تجري فيها عملية تكون الميلين.

توحي هذه النتيجة البحثية إلى أن عزل الألياف العصبية يعين جزئياً الحدود العمرية لتعلم مهارات جديدة والتي تسمى بنوافذ الفرصة أو

بالفترات الحرجة التي يمكن أن يحدث فيها نوع معين من التعلم أو على الأقل يحدث فيها بسرعة ويسر مثل تعلم إحدى اللغات الأجنبية. فإذا ما تعلمتها بعد سن البلوغ، فسوف يُكْتَب عليك أن تتحدث بها بلهجة تنم على أنها ليست لغتك الأم؛ إما إذا تعلمتها وأنت طفل فسوف تتحدث بها بطريقة طبيعية مثل أهلها الأصليين. يحدث هذا الفارق؛ لأن دوائر الدماغ التي تستبين اللغة والكلام تتجهز بتوصيلات عصبية جديدة وفقاً للأصوات التي نسمعها فقط ونحن أطفال. فنحن، فيما يتعلق بالأحرف، نفقد التوصيلات التي يمكن أن تسمح لنا بسماع الأصوات التي تنفرد بها اللغات الأجنبية. وبتعبير نمائي أو تطوري، لا يجد الدماغ أي داع لاستبقاء توصيلات تكشف أصواتاً لم يسمعها قط لسنوات بعد مرحلة الطفولة. إن الفترات الحرجة هي أيضاً أحد الأسباب الرئيسية لعدم تعافي البالغين بشكل جيد من الإصابات الدماغية مثلما يفعل الأطفال.

لقد تمكن الأخصائيون من تعيين هوية (استعراف) جزيئات معينة من البروتين في الميلين تمنع المحاوير من التفرع وتكوين توصيلات جديدة. فقد قام «E.M. شواب» (وهو باحث أخصائي في الدماغ بجامعة زيوريخ) بكشف النقاب عن أول بروتين من بروتينات الميلين المتعددة التي تسبب ذبول الفروع النامية من المحاوير ذبولاً فورياً عند التلامس. وعندما يتم تحييد هذا البروتين الذي أسماه «نوجو» (والذي يشار إليه الآن بنوجو ـ A)، تستطيع الحيوانات التي تعرضت للإصابة في نخاعها الشوكي تصليح ورأب توصيلاتها التالفة واستعادة الإحساس والحركة.

وقد وجد «M.S. ستريتماتر» (من جامعة ييل) مؤخراً أن الفترة الحرجة لتجهيز أدمغة الحيوانات بتوصيلات عصبية جديدة من خلال التجربة والخبرة يمكن أن يعاد فتحها بمنع صدور الإشارات من البروتين «نوجو». وعندما يُعَطَّل هذا البروتين في الفئران المسنة، تستطيع هذه الحيوانات تجهيز توصيلات عصبية جديدة للإبصار.

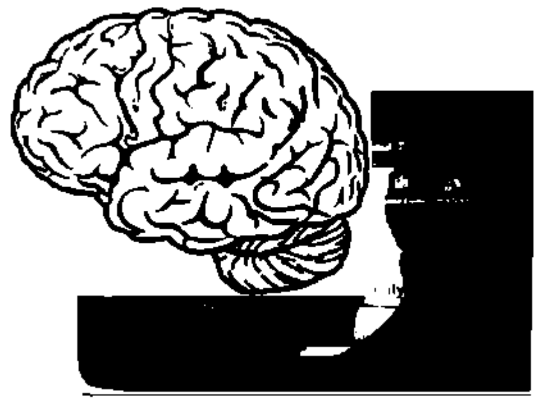
ولكن بافتراض أن عملية تكوُّن الميلين تكون قد انتهت إلى حدٍّ بعيد في العشرينيات من عمر شخص ما، فهل يتعارض ذلك مع الدعاوى الحديثة التي تزعم أن الدماغ يظل طيِّعاً طيلة أواسط العمر وأواخره؟ فعلى سبيل المثال، تبين الدراسات أن التدريب الذهني في الستينات والسبعينات والثمانينات من عمر شخص ما يساعد على تأخير بدء مرض الزهايمر لديه. وأيضاً، كيف تتزايد حكمة شخص على مرّ العقود؟ ما زلنا حتى الآن نأمل في إجابات وشيكة لهذه التساؤلات. إن الباحثين لم يضطلعوا بعد بالبحث عن التغيرات الميلينية التي تحدث في الحيوانات المسنة. وتقترح تجارب أخرى أن تكوُّن الميلين يستمر إلى منتصف الخمسينيات من عمرنا، ولكن على مستوى أرقى بكثير.

إن المادة البيضاء، بلا ريب، أساسية لأنواع من التعلم تتطلب مراناً وتسميعاً طويلي المدى، وكذلك تكاملاً (دمجاً) واسع المدى فيما بين مناطق متباعدة جداً من القشرة المخية. إن الأطفال الذين لا تزال أدمغتهم يتكون فيها الميلين على نطاق واسع يجدون من السهل جداً اكتساب مهارات جديدة أكثر من أجدادهم. فبالنسبة إلى أصناف من القدرات والمهارات الفكرية والرياضياتية المكتسبة، على المرء أن يبدأ

بممارستها في سن صغيرة إذا أراد أن يصل إلى مستوى الامتياز العالمي. إنك بنيت الدماغ الذي تمتلكه اليوم بالتفاعل مع البيئة بينما كنت تنمو وظل الميلين يتكون في توصيلاتك العصبونية. إنك تستطيع أن تتهيأ لاكتساب تلك المهارات بعدة طرق، ولكن لا أنت ولا أنا يمكن أن نصبح من عازفي البيانو أو لاعبي الشطرنج أو محترفي التنس من الطراز العالمي ما لم نكن قد بدأنا نتدرب ونحن لم نزل أطفالاً.

بالطبع، لا يزال المسنون الغريبو الأطوار يستطيعون التعلم، ولكنهم يرتبطون بنوع مختلف من التعلم يتضمن المشابك مباشرة. ومع ذلك، يتسبب التدريب المكثف في إطلاق العصبونات للمدفعات العصبية، وهكذا تتوافر القدرة الكامنة لهذا الإطلاق على تنبيه عملية تكوين الميلين. ربما نستطيع يوماً ما ـ عندما نفهم تماماً متى تتكون المادة البيضاء ولماذا ـ أن نصمم طرقاً للمعالجة ولتغيير ذلك، حتى عندما نشيخ. وللتسليم بصحة مثل هذا التخمين، سوف نحتاج إلى العثور على الإشارة التي تبلغ الخلية الدبقية القليلة التغصن بأن تُكوّن الميلين لمحوار ما وليس لمحوار آخر مجاور. إن هذا الاكتشاف المدفون بعمق تحت المادة السنجابية يترقب استخراجه بواسطة الأجيال القادمة من المكتشفين.

تصنيع المخ البشري



عندما ظهرت أجهزة الكمبيوتر كانت لا تتعدى كونها آلات حاسبة بسيطة ذات حجم كبير، وكان الجهاز المصمم لحساب العمليات الرياضية البسيطة يملأ حجرات عديدة، ولكن التطور لم يتوقف ليتمكن جهاز بحجم الكف من القيام بعمليات تفوق تلك التي كان يقوم بها جهاز يملأ غرف مبنى كامل منذ ما يزيد على خمسين عاماً، ونجم هذا لانجاز الإعجازي نتيجة لتلك النقلات النوعية، والقفزات الكبيرة التي

شهدتها تكنولوجيا الكمبيوتر بدءاً من الصمامات الالكترونية وانتهاء بالدوائر المتكاملة متناهية الصغر بعد اختراع الميكروشب الذي مكّن صانعي الكمبيوتر من إنتاج دوائر منطقية متكاملة على مساحات لا تزيد على رأس الدبوس في الحجم، بل وأمكن تصغيرها مع مرور الأيام وتطور وسائل التصنيع وتقدم العلوم[1].

لكن السؤال المهم هو ماذا يمكن للكمبيوتر القيام به حتى يومنا هذا؟

والإجابة باختصار أن هذه الأجهزة يمكنها القيام بجميع العمليات الرياضية من تفاضل وتكامل وضرب وطرح وجمع... وغير ذلك، كما يمكنها تخزين كمٌ هائل من المعلومات بطريقة منظمة واسترجاعها بسرعة خارقة عند الحاجة حسب برامج معدة سلفاً. كما يمكن لهذه الأجهزة عكس الأرقام والحسابات على شكل تصاميم مرئية ذات بعدين أو ثلاثة أبعاد مما أحدث ثورة في عالم التصميم، واستحداث الأشكال الهندسية الجديدة، وما حمله ذلك من تطبيقات جديدة منها العلمي ومنها التسلية مثل أفلام الخيال العلمي وأفلام الفضاء، عدا عن استخدام هذه التطبيقات في مجال التدريب لإعداد الطيارين المدنيين والعسكريين والعديد من الاستخدامات الأخرى والتي تتطلب التمثيل المرئي للبيانات.

---

(1) منير محمد سالم، العربي، شباط 1995.



قدرات فوق الحدود

يمكن الجزم بأن أهم ما يمكن لأجهزة الكمبيوتر القيام به هو قدرتها على متابعة العمليات الروتينية بدقة غير قابلة للخطأ مهما طالت هذه العمليات ومهما زاد تعقيدها هذا إذا ما تم وضع البرامج المناسبة للقيام بذلك، وأمكن بالاستفادة من هذه الميزة التي توفرها أجهزة الكمبيوتر، القيام برحلات طويلة في الفضاء الخارجي اعتماداً على قدرة أجهزة الكمبيوتر على توفير معلومات وإرشادات توجيه هذه الرحلات، والتحكم بها بصورة دقيقة وكفاءة متناهية بدون أخطاء.

وقد كان الإعجاز الحقيقي عندما تمكن فريق من علماء وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) من إطلاق المركبة «فويجر ـ 1» لتسافر عبر الفضاء السحيق، والوصول إلى خارج المجموعة الشمسية بعد رحلة جاوزت 2300 مليون ميل. ووجه الإعجاز في هذه الرحلة ليس المسافة الشاسعة، أو الزمن الذي استغرقته، ولكن وجه المعجزة يكمن في أن المركبة قطعت 99,9٪ من هذه المسافة دون الاستعانة بمحركاتها بدون استهلاك أي وقود، اعتمدت في دفعها وتوجيهها على ميزان الجاذبية بين الكواكب بعضها البعض، وجاذبية الشمس والنجوم الأخرى.

ولكم أن تتخيلوا مدى تعقيد تلك الحسابات التي أجريت لتوفير

الإرشادات اللازمة لإنجاز الرحلة الأسطورة، ولم يمكن القيام بذلك إلا بالاستعانة بأكبر وأقوى أجهزة الكمبيوتر التي كانت متوافرة آنذاك عندما بدأت الرحلة، والتي تم القيام بها بنجاح، حيث تم استقبال آلاف الصور الملونة لكواكب المجموعة الشمسية البعيدة عنا ولأول مرة في التاريخ.

وحتى تلك التجربة كانت أجهزة الكمبيوتر عبارة عن عامل مساعد، وخزّان للمعلومات وأداة فائقة السرعة لاسترجاع هذه المعلومات وكان هذا بحدّ ذاته إعجازاً علمياً، ولكن هل يتوقف التطور؟..

العقل البشري وتحدي المجهول



إن العقل البشري فطر على تحدي المجهول وتحقيق المستحيل، وقد يكون هذا الدافع هو نفسه الذي سيؤدي إلى دمار حضارة البشرية في يوم من الأيام والكيفية يعلمها الله وحده، فالعلماء ما زالوا يحاولون تطوير أجيال جديـــدة من أجهزة الكمبيوتر يمكنها إجراء وتخزين معلومات وعمليات أكبر، ويحاولون في ذات الوقت إنتاج هذه الأجهزة بأحجام متناهية الصغر، ويأملون خلال عشر سنوات من التمكن من إنتاج كمبيوتر بسعة ذاكرة تتجاوز الميجابايت بحجم القدّاحة ولكن كيف... نظرياً ذلك ممكن وعملياً ما زال في غاية الصعوبة نظراً لأن المواد المصنّعة منها ذاكرة الكمبيـوتر الآن تشغل حيزاً لا بأس به، ولا يمكن باستخدام نفس المواد تحقيق هذا الحلم

الطموح إذ يجب البحث عن مواد جديدة يمكن تخزين المعلومات فيها، ويكون لديها القدرة على تخزين الطاقة الكهربائية بملايين أضعاف المواد المتاحة حالياً ومثل هذه المواد متوافرة في الطبيعة وإن لم يتمكن الإنسان من السيطرة على استخدامها حتى الآن[1].

لا جدال في أن أكفأ هذه المواد هي بالطبع خلايا مخ الإنسان، وللعلم فإن ما يحويه مخ طفل في الرابعة من عمره من معلومات مخزنه لا يمكن حصره في ذاكرات أجهزة كمبيوتر تملأ مساحة تعادل آلاف الكيلومترات. فما بالكم بالمعلومات التي يحويها مخ إنسان يبلغ من العمر أربعين عاماً فمما لا شك فيه أن لتخزين نفس المعلومات في أجهزة الكمبيوتر، فسوف يحتاج الأمر لصناعة أضعاف عدد الأجهزة الموجودة حالياً وربطها جميعاً لتشكل معاً وحدة وذاكرة واحدة لتخزين حجم مساو من المعلومات التي يحويها مخ هذا الشخص.

إذاً فالعلماء في وجه معضلة لا يمكن حلها، لكن هذا ليس بالصحيح تماماً فلقد ظهر على الساحة التكنولوجية علماء تخصصوا فيما يسمى بـ «البيوالكترونكس» ومعهم الحل السحري، حيث يعملون على تطوير خلايا ذاكرة من المواد العضوية يمكنها تخزين كمية من المعلومات تساوي عشرات الأضعاف لمثيلتها المصنوعة من السيميكوبدكترس المستخدمة حالياً. ولكن لماذا يطمح العلماء بتطوير مثل هذه الخلايا؟ والإجابة ببساطة أنه إذا أمكن زيادة حجم المعلومات

---

(1) المرجع السابق.

المخزنة في حيز صغير جداً فإنه يمكن الدخول في مرحلة جديدة من الذكاء الإلكتروني والاقتراب من مرحلة صنع أجهزة قادرة على التفكير بدلاً من الحاجة لوضع البرامج طوال الوقت لمقابلة التغيرات المحاطة.

إن هذه التكنولوجيا الجديدة والتي تعتمد على أبحاث «الذكاء الاصطناعي»، ومع ما تسفر عنه هذه الأبحاث من طفرة تؤدي إلى خلق جيل جديد من أجهزة الكمبيوتر ـ والذي حددت له اليابان بداية القرن المقبل ـ باستطاعته أن يفكر كالمخ البشري، وأن يعالج المواقف الحياتية بعد تفكير سريع ولا يحتمل الخطأ. ولكن كيف يتم ذلك؟[1].

من الصعب الإجابة عن هذا التساؤل، ولكن يمكن إلقاء بعض الضوء على هذه الطفرة، فإنه من المعروف أن المخ البشري مبرمج ذاتياً ـ بقدرة الخالق عزّ وجلّ ـ بكمٍّ هائل من المعلومات، ولا تشغل إلا جزءاً يسيراً من طاقة المخ البشري، وهذه المعلومات تتعلق بالتحكم بأجهزة الجسم، وبنمو الإنسان وتقدمه في العمر يتم تخزين معلومات جديدة يتم توصيلها إلى المخ البشري عن طريق الحواس الخمس المعروفة إلى جانب حواس أخرى لا ندركها لأنها تعمل بميكانيكية ما زالت مجهولة لدينا وإن كان العلم قد بدأ يقتحم مجاهلها فقد تم إثبات أن المخ البشري يرسل ويلتقط الموجات الكهرومغناطيسية، كما أن الإنسان يتمتع بحواس غير مرئية مثل التنبؤ، وتبادل الخواطر.

(1) المرجع السابق.

كيف تعزز قدرات دماغك؟

أصبح من المؤكد أنه كلما أبكرنا في الاهتمام بدماغنا، أحرزنا نتائج أفضل على مستوى صحتنا بشكل عام، وصحتنا الذهنية بشكل خاص. فقد اكتشف البحاثة، الذين كانوا يعتقدون أن المسارات العصبية الدماغية تحدَّد في سن يافعة، أن الدماغ مطواع، وأنه في الإمكان تقويته عن طريق اعتماد بعض العادات الصحية في ميدان التغذية، والنشاط البدني، ونمط الحياة عامة. والحقيقة أن الدماغ الذي يتمتع بصحة جيدة نتيجة اهتمامنا به، يتميز بدرجة أكبر من السرعة، الذكاء، القدرة على التأقلم وعلى التحكم في تقلبات المزاج. وهو أيضاً أقل عُرضة للنسيان وتدهور القُدرات المرتبطة بالتقدم في السن.

والدماغ البشري قادر، في أي سن كانت، على تقوية، وتعميق وتغيير الاتصالات العصبية القائمة، وعلى إنتاج خلايا عصبية جديدة. ويمكننا الحث على تحقيق هذه التغييرات عن طريق تَبَنّي العديد من العادات التي تسهم في تحسين صحتنا الجسدية، بدءاً من التركيز على التغذية الجيدة واللياقة البدنية، وانتهاء بالتحكم في الضغوط النفسية ومكافحة التوتر. وأبرز ما يمكن القيام به لضمان صحة الدماغ هو:

1 ـ ممارسة الرياضة:

يؤكد البروفيسور آرثر كريمر، عالم الأعصاب في جامعة إلينوي الأمريكية، أن النشاط البدني يعزز الوظائف الدماغية، والقدرة على التذكر، والقُدرات الذهنية الأخرى بنسبة 20٪ وهناك ثلاث نظريات تفسر هذا التأثير الإيجابي للرياضة في وظائف الدماغ. وحسب النظرية الأولى، فإن الرياضة تسهم في زيادة انسياب الدم في الدماغ، وهو شرط أساسي لصحته. وتجدر الإشارة إلى أن وزن الدماغ لا يمثل أكثر من 2٪ من وزن الجسم، غير أنه يستقطب 15٪ من دفق الدم. ومثلما تسهم الرياضة في تعزيز انسياب الدم في شرايين القلب، وتحافظ على مرونتها وتحول دون انسدادها، فإنها تقوم بالشيء نفسه بالنسبة إلى الدماغ. أما النظرية الثانية، فترتبط بنوع من البروتينات يفرزه الجسم بفعل الرياضة، وهو يلعب دوراً مهماً في حث الخلايا الدماغية على حفظ نسبة أكبر من المعلومات. ويقول أتباع النظرية الثالثة، إن الرياضة تحفز الدماغ إلى استحداث اتصالات جديدة بين الخلايا العصبية، وإلى بناء أوعية دموية جديدة.

2 ـ التغذية:

الحفاظ على صحة الدماغ يستلزم تأمين التغذية الجيدة له، وأبرز ما يحتاج إليه الدماغ هو:

ـ **الدهون**: تشكل الدهون ما يتراوح بين 50 و60٪ من وزن الدماغ (أما الباقي فهو مزيج من البروتينات والكربوهيدرات). ويستخدم الدماغ

الدهون كمادة عازلة لمليارات الخلايا العصبية. وكلما كانت الخلية أفضل عزلاً، ازدادت سرعة إطلاقها الرسائل العصبية، وكذلك ازدادت سرعة التفكير. وتناول كمية كافية من الدهون الجيدة ضروري لضمان صحة الدماغ. وأبرز هذه الدهون أحماض «أوميغا/ 3» الدهنية، المتوافرة في الجوز، بذور الكتان وزيتها، الخضار ذات الورقة الخضراء، وتشكل الأسماك مصدر الدهون المفضل لدى الدماغ، فهي تنفرد بنوع من أحماض «أوميغا/ 3» هو DHA الذي يشكل حوالي نصف كمية الدهون الموجودة في الدماغ. وكانت دراسة أميركية أُجريت عام 2006، قد أظهرت أن الأشخاص الذين يتناولون بين حصتين وثلاث حصص من السمك أسبوعياً، ينجحون في التخفيف من احتمال إصابتهم بمرض «الزهايمر» بنسبة 50٪. ويؤدي حرمان الدماغ من الدهون الجيدة إلى تراجع في القدرة على التذكر والتعلم. ويحذر اختصاصي الأعصاب، الأميركي دافيد بيرلموتر من اتّباع الحميات الغذائية الخالية من الدهون، إذ ليس هناك أسوأ منها لصحة الدماغ، وهو ينصح باتباع نظام غذائي غني بالمنتجات الطبيعية الكاملة وبزيت الزيتون. من جهة ثانية، تبيّن أن الدهون السيئة، مثل الدهون المشبعة ودهون ترانس (موجودة في المنتجات الغذائية المصنعة، اللحوم الحمراء، مشتقات الحليب كاملة الدسم) تضر بالدماغ، فهي تقدم عزلاً سيئاً للخلايا، الذي يؤدي بدوره إلى خمول في التفكير.

ـ **مضادات الأكسدة**: إذا قسنا ما ينتجه كل غرام من أنسجة أعضاء الجسم المختلفة من جزيئات حرة ضارة، نجد أن أنسجة الدماغ تنتج

أكبر عدد من هذه الجزيئات ذات الدرجة العالية من التفاعل، الذي يمكن أن يتسبب في الإضرار بالخلايا، خاصة خلايا أنسجة الدماغ الدهنية الحساسة. ويعتقد بعض العلماء أن الأضرار التي تسببها الجزيئات الحرة، قد تكون المسؤول الأول عن فقدان الذاكرة المرتبط بالتقدم في السن. ويعلق بيرلموتر قائلاً: إن النسيج الدهني أكثر عرضة للتضرر من الجزيئات الحرة، مقارنة بأنسجة الجسم الأخرى، وأواليات الترميم فيه ليست بالفاعلية نفسها. ولكن لحسن الحظ، فإن مضادات الأكسدة، المتوافرة بشكل أساسي في الفاكهة والخضار، تنظف الجسم من الجزيئات الضارة. وكانت الدراسات قد أظهرت أن الأشخاص الذين يتناولون كمية وافرة من الفاكهة والخضار في حياتهم، ينجحون في خفض إمكانية إصابتهم بالخَرَف في سن الشيخوخة.

- السكر: يحتاج الدماغ إلى السكر (الغلوكوز) كمصدر للطاقة، لكنه يفضل أن يتلقى إمدادات معتدلة ومستقرة وطبيعية منه، أي مثل تلك التي نحصل عليها من الفاكهة والخضار، وليس من السكر المكرر الذي يضاف بكميات كبيرة جداً إلى مشروبات الطاقة وألواح الشوكولاته والسكاكر. وتقول اختصاصية الأعصاب الدكتورة كارول ليبا، مديرة مركز اضطرابات الذاكرة في جامعة دريكسيل الأميركية، إنه ليس من الجيد للدماغ أن يتأرجح بين ارتفاع كبير وانخفاض مماثل في مستويات سكر الدم. كذلك فإن جزيئات السكر تنساب بسهولة إلى الدماغ وبقية الأعضاء، من هنا يجب ضرورة الانتباه إلى عدم إثقال أنظمة الجسم بالسكر.

وتجدر الإشارة إلى أن تناول الأطعمة أو المشروبات الغنية بالسكر، مثل المشروبات الغازية والأطعمة المصنعة، يؤدي إلى وصول دفعة هائلة من الغلوكوز إلى مجرى الدم، ومع الوقت يؤدي تكرار هذه الدفعات الكبيرة من السكر إلى إضعاف قدرة الجسم على إعادة التوازن. وعندما يحدث ذلك يصبح لدى الفرد مقاومة للأنسولين، أي أن جسمه يتوقف عن الاستجابة للأنسولين، فيرتفع مستوى سكر الدم، ويتطور لديه السكري من الفئة الثانية. وكانت الدراسات قد أظهرت أن هناك ارتباطاً بين مقاومة الأنسولين وارتفاع إمكانية الإصابة بالخَرَف وبمرض «الزهايمر». والواقع أن الآثار الجانبية السلبية لمقاومة الأنسولين، لا تتوقف عند هذا الحد، فهي تلعب دوراً كبيراً في التسبب في الالتهابات المزمنة التي تُلحق بالجسم الكثير من الأضرار. وإذا لم تُعالَج، فإنها قد تلحق الضرر بمركز التذكر في الدماغ، وتسرع عملية فقدان الذاكرة المرتبط بالتقدم في السن.

3 ـ مكافحة التوتر:

يمكن للتوتر المزمن أن يؤدي إلى أضرار كبيرة في الدماغ. وذلك يعود إلى أن هرمونات التوتر، مثل «كورتيكوستيرويدز» لا تسهم في زيادة الالتهابات فحسب، بل إنها تهاجم أيضاً قرن آمون في الدماغ، مركز الذاكرة، مما يؤدي إلى ضمور في تلك النقطة. وتقول ليبا إن التوتر يمكن أن يؤدي إلى تقصير عمر الخلايا العصبية، وهو يؤثر بالتأكيد في وظيفة الذاكرة، فقد لمست عند الكثير من مرضاها تراجعاً

وضعفاً في الذاكرة، بعد تعرضهم لأحداث مسببة للتوتر والإجهاد النفسي. ومن جهته يقول الدكتور توماس بيرلز، الأستاذ المساعد في طب الشيخوخة في جامعة بوسطن، إن طريقة مواجهتنا التوترات وتعامُلنا معها، قد تكون لحسن الحظ، أهم من حجم التوترات التي نتعرض لها. فقد تبيّن من خلال دراسات عدة، أجراها على مُسنين تعدّت أعمارهم مئة سنة، أن العديد منهم لم يواجهوا صعوبات في سنوات شيخوختهم، على الرغم من أن مهنتهم كانت مليئة بالتوترات. ويعتقد بيرلز أن سرّ الحفاظ على الصحة، في ما يتعلق بالتوتر، هو الحيلولة دون جعله داخلياً ذاتياً. فهو يتسبب في أكبر الأضرار عندما يتآكلنا من الداخل. لذلك يتوجب إيجاد السبل للتعامل معه، حتى لو كان ذلك عن طريق أخذ نفس عميق. والأفضل هو عدم التوقف عند النفس العميق المنفرد، بل تخطّيه إلى ممارسة التأمل. فالتأمل الذي يُستخدم في الثقافات الشرقية للاسترخاء وللتنور، لا يؤثر في الموجات الدماغية فحسب، بل إنه قد يغير التركيبة الفيزيولوجية للدماغ أيضاً. ففي دراسة مقارنة بين أدمغة مجموعة أشخاص يمارسون التأمل ومجموعة من الذين لا يمارسونه، تبيّن أن أدمغة أفراد المجموعة الأولى من المتمرسين في التأمل، كانت أكثر سُمكاً في المناطق الدماغية، المسؤولة عن تفسير الانفعالات والأحاسيس المتعلقة باللمس والنظر والسمع. وقد تم تسجيل أكبر درجة من السُمك لدى أكثر الأشخاص خبرة في ممارسة التأمل، ما حدا بالبحاثة إلى الاستنتاج أن التأمل قد يقوي ويعمق الارتباطات العصبية في الدماغ.

ويعلق الدكتور غاري سمول، مدير مركز أبحاث الذاكرة والتقدم في السن في جامعة كاليفورنيا، فيقول: إنه فيما يتعلق بصحة الدماغ، فإن قدرتنا على التحكم في الأمور هي أكبر مما نظن. وهو يعتقد أن حوالي 30٪ فقط مما يحدد صحة الدماغ هو وراثي. وهذا يعني أن عوامل مثل التغذية والرياضة والسيطرة على التوتر ذات تأثير بالغ. ومن الطبيعي أنه كلما أبكرنا في تطبيق النصائح الصحية، لتعزيز فاعلية هذه العوامل، أسهمنا أكثر في ضمان صحة أدمغتنا اليوم وفي سنوات عمرنا المقبلة. وعلينا أن نتذكر دائماً أن «وقاية دماغ يتمتع بالصحة اليوم، تظل أسهل بكثير من علاج وترميم دماغ أصيب بالأضرار».

ارتقاء العقل

في كتابه الطاقة الخفية والحاسة السادسة، يقول شفيق رضوان[1]:

إنني أؤمن بأن العقل الإنساني قد بلغ نقطة في ارتقائه وتطوره أصبح فيها على وشك تنمية قدرات جديدة اعتبرت قوى سحرية، قدرات أعظم بكثير مما نظن الآن: قدرات مثل التواصل العقلي عن بعد والإحساس المسبق بالخطر، والحاسة السادسة أو البصيرة.

إن القدرة على الإحساس بالاستثارة من خلال الآفاق التي لا نهاية لبعدها لقدرة خاصة يتميز بها البشر. إنها نوع من بعد النظر الذهني حيث تم تنمية هذه القدرة عبر مرحلة التطور والارتقاء وفي الوقت نفسه استبعدت ملكات أخرى وسقطت فريسة للإهمال وعدم الاستخدام؛ على سبيل المثال «غريزة الاهتداء إلى البيت» وفي كتاب «ضرورات موزعة على الأجناس»، يكرس روبرت أردري فصلاً لدراسة هذه الظاهرة، وكان العلم أيضاً قادراً على تفسير هذه الغريزة. ويذكر در وتشر في كتابه «حواس غامضة»: فالطائر المسمى «ذا القبعة السوداء» يطير مهتدياً بالنجوم ـ على حدّ اكتشاف الدكتور فزانز سوير ـ أما أسماك

(1) شفيق رضوان، الطاقة الخفية والحاسة السادسة، دار مجد، بيروت 2004، ص20 ـ 28.

السالمون - وفي هذا ما فيه من غرابة - فتهتدي بواسطة حاسة شم بالغة التطور. أما النحل والنمل فتهتدي بالشمس، وأما الحمام الزاجل فيهتدي بالحصول عن طريق الشمس على قراءة لموقعه من خطوط الطول والعرض ثم يقارنها بخطوط طول وعرض موقع بيوتها.

إننا نتعامل في هذا الصدد مع درجات من الحساسية بعيدة بعداً شاسعاً عن تصوراتنا ومدركاتنا الإنسانية، وهي مدركات وتصورات تعتقد أن هذه الأنواع من الحساسية، مهما كانت وظائفها أو أغراضها، أنواعاً جديدة من الحواس، أو أنها بالأحرى «حواس قديمة».

إن أسلافنا البدائيين كانوا يبحثون عن طعامهم في غابات هائلة شاسعة لا معالم لها بل إن هناك افتراضاً أن الإنسان قد امتلك حاسة متطورة هي التنبؤ بالخطر، إذ يتضح من الأدلة الكثيرة أنه في الظروف الصعبة التي تشتد فيها ضرورة تلك الملكات، فإنها تصبح فعالة قادرة على القيام بوظيفتها.

إننا قد نكون قادرين على تفسير غريزة اهتداء الحمائم إلى بيوتها بمصطلحات إلا أنه من المهم أن نتبين أن العقل اللاواعي يعمل بسرعة ودقة لا يستطيع وعينا أن يدرك منهما شيئاً، وأن عقلنا اللاواعي ربما يكون يعمل مستخدماً نوعاً من المعلومات أكثر دقة ورهافة من أن تدركه حواسنا، على سبيل المثال قدرة الكشف عن مكامن الماء بالعصا، فإنه لا يوجد عالم واحد حاول أن يفسر قدرة الكاشف عن مكامن الماء، رغم أن هذه القدرة تعد شيئاً عادياً وشائعاً في أي منطقة ريفية.

وجاء في الترجمة الذاتية التي كتبها بيتر هيركوس عام 1943 أنه كان يعمل في طلاء أحد المنازل حينما سقط من فوق سلم مرتفع. وحينما أفاق، في مستشفى زويدوول في مدينة لاهاي، اكتشف أنه قد أصبح يمتلك نوعاً من البصيرة أو القدرة على رؤية الأشياء الخفية. مرة أخرى، ليس لدى العلم ما يقوله عن قدرات بيتر هيركوس رغم أن تلك القدرات قد تم اختبارها في المعمل واكتشفت حقيقتها وأصالتها.

إن هذا الإحساس بالمعاني، والذي لا يبدو واضحاً بالنسبة للنوع العادي من الوعي، إنما يمارسه كل إنسان وقد يتجاهل المرء مثل هذه الإشارات البارقة العارضة طيلة سنوات، حتى يدفعها حادث ما إلى ثورة الانتباه أو ربما يحدث هذا بالتركيز ودون أن يتنبه له الإنسان أو يدركه.

وكلما زاد انغماس العقل واهتمامه بموضوع ما، زاد حدوث تلك المصادفات كما لو كان للعقل نوع من أجهزة الرادار. إن التشويش أو الانقباض سيمنعان جهاز الرادار من العمل، أو قد يمنعان المرء من تركيز انتباهه إلا بعد فوات الوقت.

إن انتقال الأفكار وانتقال الأحاسيس يعتمد على توافر الظروف الصحيحة من السكينة والحساسية. فإذا كانت حالات التليباثي، أي انتقال الأفكار والمشاعر، دون اتصال مباشر فإن عملية «الانتقال» كانت غير واعية وآلية، مثل تحويل خطوط التليفون. ويبعث هذا على احتمال أن تكون المحبة أو الكراهية قابلة للانتقال بنفس الطريقة غير الواعية.

ماذا يحدث إذا ذكرتني فجأة ألحان موسيقية معينة أو رائحة معينة؟

يتقلّص عقلي وينقبض فجأة على «حقيقة» ذلك الزمن الماضي كما لو كان هو الحاضر. إن النغمة أو الرائحة ليست أكثر من المثير وتقوم قوتي الداخلية بالباقي - وهي قوة داخلية وجودها طبيعي.

كذلك تمتلك كل المخلوقات الحية تلك القدرة، ولكن الشيء الذي لم ندركه بعد هو القدرة غير العادية التي نمتلكها في صورة مقدرتنا على التركيز على جوانب من الحقيقة.

ما هو الوعي؟ وما هي «وظيفة» الوعي؟

«حينما تكون متعباً فإن وعيك يكون مثل ضوء لا يكاد ينير شيئاً، وحينما تكون كامل اليقظة تزداد قوة إضاءته». ولكن ثمة ما هو أكثر من ذلك. وهذه هي النقطة التي لا بدّ عندها من أن يقرر مبدأ جوهري آخر.

إنك إذا ما شرعت في حل مسألة رياضية في منتصف الليل فستجد أنه من الصعب عليك أن تعود فتغرق في النوم. ذلك أن عملية الحساب الرياضي تتضمن نوعاً فريداً من التركيز لمستويات عقلك العليا، وحينما تشرع في الحساب فإنك توقظ هذه المستويات العليا، وفي هذه الحالة لا بدّ من القبول بفكرة أن الإنسان يمتلك قدرات خفية غير واعية مختفية عن الذهن الواعي فلا يدركها.

الصلة بين الوعي واللاوعي بنظر البارابسيكولوجيا

لا ريب أن العقل الباطن، في حالة توجيه دفة حياة الإنسان في اليقظة والمنام معاً، يتجاوز كثيراً دور العقل الواعي. فعقل الإنسان

كجبل الثلج العائم في المحيط أقله ظاهر وأغلبه متخفٍ، فيما تعوّد النفسيون أن يطلقوا عليه وصف اللاشعور.

وتنكر المدارس «الجدلية dialecticale» والماركسية، وبعض المدارس «الوجودية existentielle» فكرة «اللاشعور unconscience» على اعتبار أن اللاشعور هذا يمثل من العقل جانباً سلبياً، وتأبى تلك المدارس التسليم بوجود جانب سلبي للعقل. ولكن يبدو أنها تخلط في الواقع بين معنيين مختلفين تماماً في هذا الصدد، وهما معنى «سلبية الشعور» و«اللاشعور»، وهو خليط ليس له ما يبرره في مدرسة «فرويد» التي أحسنت التمييز بين الأمرين. فاللاشعور مستمد من العقل غير الواعي، ولكن دوره إيجابي كالعقل الواعي سواء بسواء. ومهما قيل في نقد بعض آراء «فرويد» فإن فضله في استكشاف مجاهل اللاشعور، والتسليم بدوره العظيم في تسيير دفة العقل، سيظل باقياً مدى الزمن مع أصالة بعض جوانب التحليل النفسي الذي يعود إليه الفضل فيه، فضلاً عن ارتباط «فرويد» بلاهوت خاطىء عن مادية العقل والحياة التي تسير حسب تفكيره من العدم إلى العدم.

فالعقل الواعي هو العقل الذي نستخدم عن طريقه حواسنا الخمس، وفي تكوين آرائنا وتقديراتنا، فضلاً عن منافساتنا. وهو صاحب الهيمنة العادية على الإرادة يمارس النشاط الاستدلالي والاستقرائي، ويعمل دائماً عن طريق المخ (الدماغ).

أما العقل الباطن أو غير الواعي وهو المهيمن على حواس الإنسان على قدرة الإحساس التي تعمل خارج طريق المخ والحواس المادية

ES.P. وقد اكتشفتها البحوث العلمية منذ القرن الماضي تحت وصف «الحاسة السادسة» التي خصصنا لها أكثر من بحث، والتي تمثل كل قدرات الإحساس عندما تعمل خارج إطار الأدوات المادية للإحساس؛ ولهذا فللعقل الباطن خواص كثيرة هامة قد تبثت صحتها علمياً، منها:

1 ـ قدرة الإدراك عن غير طريق أدوات الإحساس خصوصاً عندما تكون الحواس العادية معطلة تعطيلاً مادياً (مثلاً عن طريق عصب العينين أو الأذنين) أو معنوياً عن طريق الغيبوبة المغناطيسية.

2 ـ خضوعه للإيحاء بسهولة مهما كان شاذاً أو غريباً. ويحدث ذلك مثلاً عند بعض الأشخاص الواقعين تحت تأثير التنويم المغناطيسي، حتى ليبدو العقل الباطن عندهم كما لو كان طفلاً بريئاً مفرطاً في سذاجته وفي طاعته.

3 ـ قدرته على التفكير الاستدلالي لا الاستقرائي.

4 ـ ولوحظ في عدد كبير من الحالات أن هذا العقل الباطن قد يتمتع بحاسة خلقية نامية ومتقدمة. فإن بعض الخاضعين للتنويم المغناطيسي من يقبل كل صور الإيحاء مهما كانت ساذجة وغير مطابقة للواقع. لكنه يرفض تماماً أي إيحاء يمس الأخلاق والحياء.

5 ـ ومن الآراء السائدة، اليوم، أن العقل الباطن هو مستودع غرائز الإنسان ومشاعره الخلقية وغير الخلقية، بل هو أيضاً القوة الكامنة التي تقع وراء وظائف الأعضاء عن طريق الجسد الأثيري. بل إن العقل الباطن يقع، عند الكثيرين من الباحثين الروحيين، وراء بنيان الجسم

المادي وتجدد خلاياه، كما يقع وراء عوامل صحته ومرضه التي ترجع إلى مصادر متنوعة فيزيولوجية أو بيولوجية أو سيكولوجية لا يمكن حصرها وتنتمي إلى فروع متشعبة من المعرفة.

6 ـ وانطلاقاً من ذلك فإنه يمكن ـ الوصول إلى العقل الباطن بواسطة الإيحاء المغناطيسي ـ لعلاج بعض الأمراض العصبية مثل الهياج، والتشنج، والشلل، وبعض الأمراض النفسية، كالعقد النفسية وما يرتبط بها مثل ضعف الثقة بالنفس، والتهتهة في الكلام، وضعف الذاكرة، والأرق، والانحراف الجنسي، والتغلب على بعض العادات الضارة مثل تعاطي الخمور والمخدرات، هذا بالإضافة إلى مواجهة بعض الأمراض العضوية الصرف، ومع مراعاة أن بعض الأعراض والمتاعب العضوية قد يكون مصدرها نفسياً أو عصبياً، أو مجرد توافر حاسة خلقية متقدمة، فإنها لا تعيش في وفاق مع «غريزة» صاحبها. وقد يكون في المصارحة بها أول خطوات الشفاء.

مفهوم العقل غير الواعي عند «مايرز Myers»

رأى العلامة «فردريك أ. هـ. مايرز» في مؤلفه المترجم (الشخصية الإنسانية وبقاؤها بعد موت الجسد) أن الفهم الصحيح للعلاقة بين العقلين الواعي والباطن يتم بعمل العقل الواعي عن طريق المخ (الدماغ)، وهذا العقل يمثل جزءاً من الوعي الكلي أو الشامل للإنسان الذي يعمل عن غير طريق المخ والحواس المادية وهكذا يختزل «مايرز» المخ المادي إلى تجسد جزئي للعقل، أما «هناك» أي في العالم الآخر،

فهو يستخدم الوعي برمته متحرراً من قيود المخ، ومن دون وجود عوازل حقيقية بين الشعور واللاشعور»، وبالتالي فإن العقل الباطن أو غير الواعي على المستوى الأرضي يصبح ظاهراً بعد الوفاة وواعياً على المستوى الروحي. وهذا اعتبار ينبغي أن تكون له قيمته القصوى عند تحقيق شخصية الروح، إذ ينبغي أن يراعى هذا التطور الهام في الشخصية، الذي يتفاوت مداه تفاوتاً طبيعياً بين شخص وآخر.

وكتب «مايرز» عن الوعي الأسمى بقوله أيضاً: «تختبىء في أعماق كياننا كومة من النفايات مع كنز ثمين. وعلى نقيض علم النفس الذي يوجه اهتمامه إلى الإدراك تحت الواعي لطبيعة الإنسان، فإن علم النفس الحديث للإدراك السامي يركز اهتمامه على ذلك الكنز الذي هو المنطقة التي تلقى دون سواها ضوءاً على أعمال البطولة المجيدة غير الأنانية للبشر».

رأي «سانت كلير ستوبارت St. Clair Stobart»

وعن نفس هذا الواعي السامي تتحدث الباحثة الروحية «سانت كلير ستوبارت» في مؤلفها الشهير (السر المفتوح) قائلة «يبدو أن العلم الروحي هو رافع الستار بين درجتين في الوعي هما: الوعي العادي والوعي السامي، فهذا الستار يصبح شفافاً في ظروف معينة عندما يمكن السيطرة على الوعي العادي فينشط الوعي الأسمى، وهذا الأخير تسميه الوعي الأسمى مثلما نميزه عن العقل الباطن لا أكثر ولا أقل».

وتتابع قائلة: «وهذا الوعي الأسمى هو الذي يجعلنا نشعر بالأشياء

التي نراها عينا الوعي العادي، فنشعر بوجود كائنات تبدو منظورة ومسموعة، تبيّن، استناداً إلى كتلة ضخمة من البينات، أنها عاشت بوصفها كائنات إنسانية على الأرض في وقت أو في آخر. ونحن نميل إلى هذا الوعي الأسمى لأنه يبدو كرابطة تربط الوعي العادي بذاك الذي نطلق عليه وصف العقل الكوني.. إن هذا الوعي الأسمى يبدو خاملاً في الجنس البشري، ولا يظهر كأنه ملكة جديدة ناجمة عن التطور الحديث، بل يبدو أنه قدرة قديمة ترجع إلى العصر الذي بدأ فيه تطور الجسد البشري ومعه العقل عندما بدأ العقل يتذوق المعرفة ومعها قدرة التمييز بين الخير والشر».

بعض الأبحاث الحديثة

لعل بعض الأبحاث الحديثة التي جرت في أميركا تلقي ضوءاً جديداً على الصلة بين الشعور واللاشعور، ومنها بوجه خاص تلك التي كشفت عن وجود شاشة أو حاجز بينهما عن طريق استخدام تموجات «ألفا» وجهاز تسجيل «الاهتزازات العقلية Oscillographe»، ومن شأن تلك التموجات إخلاء المخ والدماغ من مشاغله وتسهيل عملية التأمل meditation لدى الإنسان التي هي من صور العبادة الصوفية المعروفة في بعض البيئات الدينية في الشرق والغرب.

موقف «جورج بيركلي Georges Berkeley»

عالج موضوع تأثير العقل في المادة تأثيراً مباشراً عدد كبير من الفلاسفة والعلماء، ومن أفضلهم الفيلسوف الأرلندي الأسقف «جورج

بيركلي» وذلك عندما قرر «أن العالم المادي ليس سوى عالم مظهري phenomenal وليس لمادته صفة الدوام، كما أنه ليس له طاقة خاصة به، وأنه ليس من شيء حقيقي سوى الروح، وأنه ليس للكائن الجسدي من مزية سوى أنه خاضع للحواس». كما قرر أيضاً «أن كل ما يلحق بنا من تغييرات محسوسة لا يأتي منا، بل ينبعث من الروح الأعظم، وأن ظواهر الطبيعة ليست سوى أسلوب يخاطبنا به الله تعالى ويهيمن به على إرادتنا. فالنتائج هي موضوع العلوم الطبيعية، أما الأسباب فهي موضوع «الثيوصوفية Theosophie»، وأن العالم المادي لن يكون له وجود بعيداً عن العقل يسجل وجوده».

كان «بيركلي» يعتقد أن «المادة لا وجود لها خارج العقل، وأن وجودها قائم في إدراكها، وأنها تتجلى لنا بكل ما فيها أثناء عملية الإدراك». ومع ذلك يقرر أن هذه الأشياء موضوع الإدراك لا يمكن أن تكون متوهمة أبداً، ذلك لأنها قائمة في العقل الإلهي بشكل دائم، وهي تستمد حقيقتها الدائمة من هذا الوجود المستمر في العقل اللامتناهي. ومن آرائه «إن ظواهر الطبيعة ليست إلا مجموعة من الرموز والعلامات التي يوحي ظهورها بوجود ظواهر أخرى، وهذا الإيحاء لا يتم إلا عن طريق الله تعالى. فالله يتحدث إلينا في كل لحظة عن طريق الطبيعة، ويعلن عن وجوده كلما بدرت منا التفاتة إلى أي ظاهرة من ظواهر الكون، ولكن لكثرة ما يتحدث الله إلينا نعتقد أنه غير موجود».

بل لقد اكتشف «بيركلي» الأثير قبل أن يكتشفه علماء الفيزياء، وراح، قبل أن ينتصف القرن الثامن عشر، يقرر «أن الهواء ينقسم إلى

قسمين: أحدهما أكثر ثقلاً من الآخر، وهو الذي ينبعث من جميع الأجسام الواقعة على الكتلة الأرضية، أما الآخر فهو روح لطيف رقيق، وعن طريقه يرتفع الجزء الأول ويتحرك ويطير ويصبح ليناً مرناً، هذا الجزء من الهواء الخفيف وتلك الروح الرقيقة الطيارة المرنة هما الأثير». وراح يمجد من شأن هذا الأثير، ويعلي من هذه الحرارة الأثيرية الشائعة في أرجاء الكون حتى أضاف إليها شيئاً من الفاعلية وأطلق عليها اسم «العلّة الإداتية The Instrumental Cause».

وضع الذكاء في التنظيم الذهني[1]

كل تصرف، عملاً ظاهراً أم مستبطناً داخل الفكر، يبرز كأنّه تكيُف أو إعادة تكيف. فالفرد لا يتحرّك إلاّ إذا أحسّ بحاجة معيّنة أي إذا ما فُقِدَ التوازن، بصورة مؤقتة، بين البيئة والجسم، فيميل الجهد إلى إعادة هذا التوازن، أي بالضبط، إلى إعادة تكييف الجسم (كلاباريد). فالسلوك إذاً حالة معينة من التبادل بين العالم الخارجي والفرد، ولكنه بعكس التبادلات الفيزيولوجية، وهي من النوع المادي، وتحتّم تحوُّلاً داخلياً للأجسام المعنية، فإن السلوك الذي تدرسه السيكولوجيا هو من النوع الوظيفي، ويحصل على مسافات متدرجة من بعدها في المكان (الإدراك الحسّي. . إلخ)، وفي الزمان (الذاكرة. . إلخ)، ويتم ضمن مسارات متدرجة التعقيد (رجوع، مداورة. . . إلخ). وإذا نظرنا إلى السلوك، بهذا المنحى الوظائفي فذلك يفترض أن نرى فيه وجهين أساسيين ومترابطين بشكل وثيق: الوجه العاطفي والوجه الإدراكي.

كثيراً ما نوقشت العلاقات بين العاطفة والمعرفة، فيجدر التمييز، حسب مفهوم جانيه، بين «الفعل الأوّلي» أو العلاقة بين الفرد

---

(1) جان بياجيه، سيكولوجيا الذكاء، عالم المعرفة، الكويت 2002، ص10 ـ 11.

والموضوع (الذكاء.. إلخ) و«الفعل الثانوي» أو ردّة فعل الفرد تجاه فعله الخاص: وتقوم ردّة الفعل هذه، والتي تشكّل المشاعر الأساسيّة، بضبط الفعل الأولي وتأمين تصريف الطاقات الداخلية الجاهزة. ولكن إلى جانب عمليات الضبط هذه والتي تحدّد، عملياً، فعاليّة أو بنية السلوك الداخلية، يجب، كما يبدو لنا، أن نترك مكاناً للعمليات التي تنظّم غائيّة السلوك أو قيمه، فمثل هذه القيم هي التي تميّز التبادل الطاقي مع البيئة الخارجية. فحسب «كلاباريد» تعيّن المشاعر هدف السلوك، بينما يكتفي الذكاء بتأمين الوسائل «أو التقنية» له. ولكن ثمة تفهّم للأهداف كما لو كانت وسائل تدخل دائماً في ما يبدل في غائية الفعل. وبقدر ما الشعور يدير السلوك مضفياً على نتائجه قيمة معينة، نكتفي بالقول إنّه يؤمّن الطاقات اللازمة للفعل في حين توحي له المعرفة بهيكليّة معيّنة للفعل المطلوب. من هنا كان الحل الذي تعرضه السيكولوجيا المسمّاة سيكولوجيا الشكل بقولها بأن: السلوك يفترض «حقلاً شاملاً» يجمع الذات الفاعلة والموضوعات، فيما تشكّل المشاعر ديناميكية هذا الحقل (ليوين)، في حين يتأمن بنيانه بواسطة الإدراك - الحسّي والقوّة المحرّكة والذكاء. وستتبنّى صيغة مماثلة، مع الحرص على توضيح أن لا المشاعر ولا الأساليب الإدراكيّة ترتبط حصراً «بحقل» راهن وحسب، بل، أيضاً بكل تاريخ الفرد الفاعل. وهذا ما يدفعنا إلى القول ببساطة، إن لكل سلوك جانباً طاقوياً أو عاطفياً، وجانباً بنيوياً أو إدراكياً، مما يوحد، في الواقع، بين مختلف وجهات النظر السابقة.

وترتكز كافة المشاعر، في الواقع، على ضبط الطاقات الداخلية المسماة «مشاعر أساسية» وفق اعتقاد جانيه، أو «مصالح» وفق اعتقاد كلاباريد.. إلخ، أو أنها ترتكز على تنظيم تبادلات الطاقة مع الخارج («القيم» على كافة أنواعها، واقعية كانت أم صورية، انطلاقاً من الرغبات الخاصة) في ما يسميه ليوين (Lewin) «الحقل الشامل» أو انطلاقاً مما يسمّيه أ. س. روشبل «جواذب» وصولاً إلى القيم بين الأفراد أو القيم الاجتماعية. كما ويجب أن تؤخذ الإرادة، بحدّ ذاتها، على أنها مجموعة من العمليات العاطفية، أي الطاقوية مرتبطة بالقيم العليا، فتجعلها قابلة للانبعاث والترسخ. (المشاعر الخلقيّة... إلخ)، تماماً كواقع نظام العمليات المنطقية بالعلاقة مع المفاهيم.



مسح المخ

كان أحد الدوافع لمعرفة المناطق المختصة بوظائف محددة في المخ هو الرغبة في تحديد موضع التلف المخي بالنسبة إلى مريض يعاين أعراضاً محددة. لكن ذلك لم يعد مهماً في الوقت الحالي حيث تطورت طرق أكثر تقدماً في المسح المخي في السنوات الأخيرة. فهناك طريقة متقدمة للفحص بأشعة إكس تعرف بـ «الأشعة المقطعية بالكمبيوتر» CT scanning، اصبحت شائعة الاستخدام في معظم المستشفيات. وأصبح من الممكن الحصول على صورة أكثر تفصيلاً من خلال «التصوير بالرنين المغناطيسي» MRI. والإم آر آي تعتمد على فكرة أن الأجزاء المختلفة للمخ مكونة من جزيئات تدور بطرق مختلفة في المجال المغناطيسي، بحيث إن المكونات ذات المحتوى المائي الأكبر، مثلاً، تستجيب بطريقة مختلفة عن المكونات الصلبة. ويتطلب إجراء هذا الفحص أن يتمدد المريض من دون حركة ولفترة طويلة داخل مغناطيس كبير جداً تستمد منه القياسات والتفسيرات المطلوبة. وهذا الفحص يستغرق وقتاً أطول من الأشعة المقطعية، كما أنه يحدث ضوضاء قد تكون غير مقبولة من بعض المرضى. إلا أن الصورة التي نحصل عليها أكثر دقة بكثير جداً من تلك التي نحصل عليها من الأشعة المقطعية،

كما أنها تمكننا من التحديد الموضعي (التشريحي) بدقة أكبر. ولعل الحائل الأكبر دون استخدام هذه الطريقة على نحو واسع، سواء في المجال الإكلينيكي أو البحثي، هو التكلفة المالية العالية التي تتطلبها[1].

على أن الـ CT والـ MRI كليهما يمدنا بصورة ساكنة لمكونات المخ. بينما أصبحت لدينا القدرة على التحديد الموضعي للوظائف المخية بطريقة متقدمة أكثر باستخدام أنواع من المسح تستطيع تسجيل النشاط الحي. ومثل هذه الطرق تعتمد إما على تدفق الدم وإما على امتصاص الجلوكوز وإما على نمط النشاط الكهربي الذي يولده المخ.

ويجري فحص تدفق الدم في المخ باستخدام طريقة تعرف بـ «الفحص المقطعي بانبعاث فوتون مفرد» single photon emission computed tomography واختصارها SPECT فمن المعروف حالياً أن تدفق الدم الموضعي يختلف وفقاً لمستوى النشاط الوظيفي والأيضي لنسيج المخ. وتستخدم الأبحاث الخاصة بتدفق الدم في مختلف المناطق المخية نظيراً مشعاً يحقن في الشريان السباتي الذي يوصله للمخ أو يستنشق بدلاً من الحقن. ويتحد النظير مع الخلايا الدموية الحمراء وتقاس انبعاثات النشاط الإشعاعي الآتية من مختلف مناطق المخ. ويمكن تحويل هذه الانبعاثات الإشعاعية إلى قياسات حيوية «التدفق الدم في مناطق المخ» RCBF. ويمكن لهذه التدفقات أن تصبح ذات تموضع دقيق كما أن درجة الوضوح الفراغي (مكاني) آخذة في التحسن مع

(1) كريستين تمبل، المخ البشري، عالم المعرفة، الكويت 2002، ص38.

التحسينات التي تشهدها بالتدريج الأجهزة المتاحة حالياً بحيث تصبح لدينا قراءات أكثر دقة للمعلومات المتحصلة. على الرغم من أن فحص تدفق الدم يتمتع نسبياً بوضوح مكاني من حيث بيان موقع ظاهرة ما، إلا أنه يتطلب استمرار حدوث تلك الظاهرة لفترة من الوقت حتى يمكن تسجيلها، وهو بذلك لا يتمتع بوضوح زماني[1].

من ناحية أخرى، تستهلك الخلايا أثناء ممارستها لنشاطها الجلوكوز الذي يوجد في مجرى الدم. وعلى ذلك، يمكن لنا أن نقيس معدل النشاط الأيضي في المناطق المعينة من المخ من خلال تحديد كمية الجلوكوز التي تستهلكها. ويجري ذلك بتحميل الجلوكوز بمادة ذات نشاط إشعاعي ثم رصد ذلك في «الأشعة المقطعية بانبعاث البوزيترون» PET. وقد أظهرت فحوص الـ PET أن الاختلالات الأيضية تمتد إلى ما هو أبعد من نطاق التلف الأولي، وأظهرت كذلك أن الـ PET أكثر حساسية من الأشعة المقطعية بالكمبيوتر CT. ففي حالات عته الشيخوخة، تظهر الأعراض في الـ PET في وقت سابق بكثير على علامات الضمور التي تظهر في النهاية في فحوص الـ CT[2].

وعندما نفكر نجد أن أنماط النشاط الكهربي فوق سطح المخ تتغير. والنمط الكلي للنشاط الكهربي الذي يولده المخ يسمى «رسم المخ الكهربي» (أو تخطيط المخ) EEG. لكن التغيرات قصيرة المدى التي

(1) المرجع السابق، ص39.
(2) المرجع السابق.

تحدث في نمط النشاط الكهربي والتي تنشأ كاستجابة لمثير معين تسمى «استجابة كهربية مستدعاة» (evoked potentials). فقد تعبر استجابة كهربية مستدعاة، مثلاً، عن التغير في النشاط الكهربي الذي يمكن أن يحدث نتيجة لالتفاتة مفاجئة إلى وجه ما أو لرؤية لمعان ضوء. وكل من الرسم الكهربي والاستجابة المستدعاة يمكن الحصول عليهما عن طريق وضع أقطاب كهربية معينة على سطح المخ. ويمكن فعل ذلك ببساطة بلصق تلك الأقطاب بفروة الرأس، من دون أن يتطلب ذلك أي نوع من العمليات الجراحية ومن دون أن يشعر المريض بأي ألم. ويمكن التسجيل من عدة أقطاب موضوعة على مناطق مختلفة من المخ، ثم بمساعدة الكمبيوتر، يمكن استخدام المعلومات المتحصلة لتكوين صورة للنشاط الكهربي لسطح المخ. والماكينات التي تقوم بتلك العملية تسمى «الرسام الطبوغرافي» لتخطيط المخ. ويذهب النقاد إلى أنه بينما يتسم الفحص عن طريق تدفق الدم بالوضوح المكاني الجيد جداً مع ضعف الوضوح الزماني، يتسم تخطيط المخ بأن الوضوح الزماني فيه جيد، لكن الوضوح المكاني فيه ضعيف. وعلى ذلك فالرسم الطبوغرافي يمكن أن يعطينا انطباعات مضللة عن تموضع مكاني معين. على أننا نجد في الجانب الإيجابي، أن هذه التقنية رخيصة جداً إذا قورنت بتقنيات مسح المخ الأخرى، وما دامت لا تحتوي على إدخال أي شيء في الجسم، فيمكن استخدامها في دراسة الأسوياء والمرضى على السواء[1].

(1) المرجع السابق، ص40.

بدايات القياس العقلي في أمريكا

اعتبر غودارد الذكاء كياناً أحادياً موروثاً بشكل مطلق. وبالتالي كانت مهمة اكتشافه تهدف ليس إلى مساعدة أولئك الذين يحصلون على درجات منخفضة للتعرف على أوجه النقص لديهم وتحسين جوانب القصور فيها (كما هي الحال لدى بينيه)، بل كان التعرف على الذكاء يهدف في رأي غودارد إلى تصنيف الناس بحيث يُفتح المجال أمام ذوي القدرات المرتفعة ويُعزل ـ كما سيأتي لاحقاً ـ ذوو القدرات المنخفضة. لقد كان هذا العصر، أي أواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين عصر الداروينية الاجتماعية في أمريكا بامتياز ـ كما شرحنا سابقاً ـ وكان الاعتقاد السائد أن الوراثة لها الكلمة الأولى والأخيرة في تحديد الذكاء. ولقد افترض غودارد أن الذكاء يتبع قواعد الوراثة البسيطة كما حددها مندل، فهو ينتقل عبر جين أحادي Single gene سائد. أما الضعف العقلي فهو ينتقل عبر جين متنح recessive يمكن رصده وتتبعه، ويمكن أيضاً ـ وهو الأهم ـ القضاء عليه. لقد كان غودارد أصرح الوراثيين، فقد كتب في العام 1920: «إن نظريتنا تقتضي القول بأن المحدد الرئيسي للسلوك الإنساني هو عملية عقلية واحدة نطلق عليها الذكاء. وهي عملية يحددها ميكانزم عصبي موروث، وإن درجة الكفاءة العقلية التي يمكن

تحصيلها من خلال هذا الميكانيزم والمستوى العقلي لدى كل فرد إنما يتحدد بنوع الكروموسومات التي تتجمع معاً عند تكوين الخلايا الجينية. ولا يوجد سوى تأثير ضئيل لأي مؤثرات لاحقة ما عدا حالات الحوادث الخطيرة التي قد تدمر جزءاً من هذا الميكانيزم»[1].

ونتيجة لذلك فقد قسم غودارد الناس إلى ثلاث فئات أو طبقات عقلية على نحو مماثل لما فعله أفلاطون. ففي الدرك الأسفل يأتي ضعاف العقول الذين لم يكتف غودارد بوصفهم بالضعف العقلي كقدر وراثي لا فكاك منه، ولكنه كذلك ربطه بالانحطاط الأخلاقي. لقد وضع غودارد في هذه الفئة المجرمين والمدمنين والبغايا والفاشلين، وربط انحرافهم بعدم قدرتهم (الوراثية) على التكيف مع المجتمع والنجاح فيه. أما الفئة الثانية الأعلى فهي فئة الجماهير المريضة الذين لا تتجاوز قدراتهم العقلية مستوى الأطفال إلا بقليل. ويأتي على رأس هذا السلم العقلي الأفراد مرتفعو الذكاء الذين يجب أن يُسلم إليهم قيادة الحكم طواعية واختيارا. والآن ما هي التضمينات الاجتماعية السياسية لهذا الموقف؟ لم يكن غودارد غافلاً عما تتضمنه «اكتشافاته العلمية» من نتائج. فإذا كان الذكاء وراثياً يتحدد عند الميلاد كقدر لا فكاك منه فإن أفضل النخب العقلية يجب أن يسلم إليها الحكم، «فالديموقراطية هنا يجب أن تكون حرية الناس في اختيار أكثر الناس حكمة وذكاء وإنسانية ليخبروهم عما يجب عليهم فعله ليكونوا سعداء. وهكذا فالديموقراطية

(1) محمد طه، الذكاء الإنساني، عالم المعرفة، الكويت 2006، ص29.

هي وسيلة للوصول إلى أرستقراطية حقيقية». فغودارد إذاً يذهب إلى قيام أرستقراطية عقلية على نحو ما ذهب أفلاطون. أما بالنسبة إلى العامة وضعاف العقول، فإذا كان الذكاء كياناً واحداً محدداً وراثياً، فلا مجال للحديث عن رفع مستواهم أو مساعدتهم للتعرف على أوجه قصورهم والتغلب عليها. بل إن هذه المساعدة في حدّ ذاتها إجراء خاطىء، لأنها تعوق عمل الطبيعة في اختيار الأصلح واستبعاد غير القادرين على الكفاح. فوجود هؤلاء الناس إذاً فضلاً عن مساعدتهم لا يؤدي ـ حسب هذا المنظور ـ إلا إلى تزايد الرصيد الوراثي الضعيف في المجتمع مما يحمله أعباء كبيرة، ويعوق تزايد العناصر ذات الرصيد الوراثي المتميز وتقدمها إلى قمة السلم الاجتماعي. وكنتيجة لذلك حارب غودارد في جبهتين[1]: داخلية وخارجية. ففي الجبهة الداخلية دعا غودارد إلى رعاية ضعاف العقول وحسن معاملتهم ولكن مع منعهم من التأثير في المجتمع. وفي سبيل تحقيق ذلك دعا غودارد إلى استخدام وسيلتي العزل في مؤسسات خاصة والتعقيم. ولكن عدل عن الدعوة إلى التعقيم لاحقاً بسبب المشكلات الاجتماعية المرتبطة به «في مجتمعات لا تتسم بالعقلانية الكاملة»، وفضل أسلوب العزل. إن الشيء المشترك في هذين الإجراءين هو منع هؤلاء الناس من التناسل وصب المزيد من رصيدهم الوراثي السيىء في المجتمع. لقد عمد غودراد في سبيل إثبات وجهة نظره إلى تتبع شجرة العائلة للعديد من الأسر لإثبات

(1) المرجع السابق، ص30 ـ 31.

وراثية الذكاء والضعف العقلي. ومن أشهر الأمثلة على ذلك والمعروفة في تاريخ علم النفس حالة أسرة «الكاليكاك» Kallikak. وهو اسم لعائلة ذات فرعين رئيسيين. إذ بدأت العائلة برجل تزوج بسيدة ضعيفة العقل أنجبت له الفرع الأول من العائلة، ثم تزوج في مرحلة لاحقة بسيدة ذكية وثرية أنجبت له الفرع الثاني منها. وقد أتى غودارد باسم العائلة «كاليكاك» كما يستخدم في الأدبيات السيكولوجية من تركيب الكلمة اليونانية للجمال Kallos والكلمة اليونانية للقبح Kako. وبطبيعة الحال فإن الجزء الجميل في هذه العائلة هم أبناء السيدة الذكية الثرية، أما الجزء القبيح منها فهم أبناء السيدة ضعيفة العقل. وقد تتبع غودارد لمدة طويلة نسل هذين الفرعين في أسرة كاليكاك، ونشر كتاباً عنهم في العام 1912 كان يمثل حجر الزاوية في فكر الأيوجينيين عن الذكاء لعقود تالية. وبطبيعة الحال فقد وجد أن أبناء الفرع «القبيح» أقل ذكاء وأكثر انحرافاً من الناحية الأخلاقية وأكثر انخراطاً في الجريمة من أبناء الفرع «الجميل» في العائلة. وقد تضمن الكتاب صوراً لأبناء العائلة من الفرعين حيث استخدم غودارد ملامحهم لتعزيز وجهة نظره. ومن هنا تأتي أهمية اكتشاف صغير، ولكن دال قام به غولد في كتابه عن «إساءة قياس الإنسان». إذ وجد عند مراجعة النسخة الأصلية للكتاب بعد مرور ما يزيد على سبعين عاماً من طباعتها أن الأحبار المستخدمة فيه قد تأثرت حالتها بمرور الزمن؛ مما كشف عن تلاعب في الصور تمثل في إضافة خطوط إلى أجزاء محددة هي العينان والحاجبان والفم والأنف والشعر. لقد كان الهدف من هذه الإضافات كما هو واضح إظهار أفراد

أسرة كاليكاك من الفرع السيىء بشكل أكثر اتفاقاً من النمط الشائع عن أشكال ضعاف العقول والمنحرفين من حيث العيون الضيقة الشريرة والملامح المتجهمة التي تتسم بالبلادة وضيق الأفق. وعندما أرسل غولد نسخة الكتاب إلى خبير في التصوير رد عليه برسالة أكدت شكوكه بشكل قاطع، إذ جاء فيها أنه «لا يوجد مجال للشك في أن صور أفراد عائلة الكاليكاك قد تم تشويهها».

الذكاء ووظائف المخ[1]

تعتبر سرعة التوصيل العصبي speed of neural conduction من أوائل جوانب وظيفية المخ التي استأثرت بشيء من الاهتمام في تسعينيات القرن العشرين. ومن أولى الدراسات في هذا الصدد دراسة ريد وجينسن اللذين وجدا معاملات ارتباط منخفضة، ولكنها دالة، بين سرعة التوصيل العصبي من جهة والذكاء كما يقاس باختبار المصفوفات المتتابعة لرافن من جهة أخرى، وذلك على عينة من 147 طالباً. وقد حصل فرنون وموري على نتائج مماثلة، إذ بلغ معامل الارتباط لديهم بين سرعة التوصيل العصبي والذكاء ـ كما يقاس باختبار وكسلر 0,4. وفي دراسة حديثة قام بها فايق بوداك وزملاؤه في تركيا Budak et al, 2005، وجدوا ارتباطاً دالاً بين الذكاء السائل وكفاءة التوصيل العصبي من اليد اليمنى (0,40) ومن اليد اليسرى (0,31)، وذلك بالنسبة للذكور فقط، إذ لم تظهر النتائج ارتباطاً مشابهاً لدى الإناث. وتشير هذه النتائج إلى تدخل عامل الفروق بين الجنسين في تحديد هذه العلاقة بين كفاءة التوصيل العصبي والذكاء. ويتفق ذلك مع إشارة بعض الباحثين إلى

(1) المرجع السابق، ص140 ـ 146.

وجود علاقة بين الذكاء وهرمون الذكورة (التيستوستيرون)، فقد وجد أونرتان ومليحة تان علاقة ارتباط منحنى بين الذكاء وكمية هرمون الذكورة، مما يعني تزايد نسبة الذكاء مع تزايد كمية هذا الهرمون، إلا في حالات المعدلات بالغة الارتفاع من الهرمون، حيث يختفي هذا الارتباط أو يتحول إلى ارتباط سالب يشير إلى تناقص الذكاء مع الزيادة المفرطة في كمية هرمون الذكورة لدى الفرد. على أن معنى هذه النتائج، أو التعميم الذي يمكن الخروج به منها يجب التعامل معه بحذر. وذلك أن هذه الدراسات دراسات ارتباطية لا تقيم علاقة سببية، كما أن بعض الدراسات فشلت في تأكيد النتائج السابقة.

إلا أن الاهتمام الحقيقي بالعلاقة الوظيفية بين المخ والذكاء ـ أي بتحديد وظائف المخ النشيطة أثناء السلوك الذكي ـ بدأ مبكراً وباستخدام قياس رسام المخ الكهربي EEG، وهو أداة أو جهاز لتسجيل الإشارات الكهربية الصادرة عن المخ في صورة موجات يمكن عن طريقها التعرف على الحالة العامة للمخ كالنوم أو الصرع مثلاً، وذلك عن طريق تسجيل الإمكان الكهربي للأقطاب الكهربية electrodes المختلفة المثبتة على فروة الرأس. وهذا الإمكان الكهربي يظهر في صورة موجات لها حجم وتردد معينان، ويمكن من خلاله التعرف على الحالة العامة للمخ. فمثلاً في حالة اليقظة والنشاط العقلي تظهر موجات كهربية ذات تردد سريع نسبياً (حوالي 15 هرتز) تعرف باسم موجات بيتا beta waves. ففي حالة الاسترخاء يسجل رسام المخ الكهربي موجات كهربية (من 9 ـ 12 هرتز)

تسمى موجات ألفا alpha. أما في أثناء النوم فتظهر موجات بالغة البطء (من 1 ـ 4 هرتز) تسمى موجات دلتا.

وعلى الرغم من الطابع شديد العمومية لهذه القياسات الكهربية التي تخلو من التحديد، إلا أنها تعطي مؤشراً عاماً على درجة يقظة المخ في الظروف المختلفة من خلال كونها مؤشراً على درجة النشاط الكهربي في المخ وفي كل من النصفين الكرويين فيه أثناء أداء المهام العقلية المختلفة. وقد أوضحت دراسة مبكرة قام بها غالين وأورنستين أن موجات ألفا (التي تشير إلى الاسترخاء وعدم النشاط) كانت أكبر في النصف المخي الأيمن منها في النصف المخي الأيسر عند أداء مهام عقلية ذات طبيعة لفظية، مما يشير إلى عدم مشاركة النصف المخي الأيمن في معالجة المواد اللفظية بشكل كبير. وتتسق هذه النتائج مع ما هو معروف منذ فترة طويلة عن الدور الكبير للنصف المخي الأيسر في أداء المهام اللفظية بالمقارنة بالنصف الأيمن. وتتسق هذه النتيجة كذلك مع نتائج دراسة أحدث أجراها جوزفتش قارن فيها نشاط الموجة ألفا لدى 30 فرداً من الموهوبين و30 فرداً من الأشخاص العاديين في أثناء حهلم لبعض المشكلات. وقد وجد زيادة دالة في نشاط الموجة ألفا لدى الأشخاص الموهوبين وأرجع ذلك إلى أن هؤلاء الأفراد لا يستخدمون كل قدراتهم العقلية لحل المشكلات. أي أنهم يبذلون مجهوداً أقل من مجهود الأفراد العاديين لحل المشكلات نفسها.

ومن الواضح في ضوء هذه الدراسات المشار إليها أن تسجيل النشاط الكهربي للمخ مقياس عام يعطي فقط مؤشراً لدرجة النشاط

الكلي للمخ أو لأحد النصفين الكرويين، مما يجعل من الصعب تحديد المصدر الدقيق لهذا النشاط أو تفصيل أجزاء المخ الدقيقة المشتركة فيه. ولهذا السبب اتجه الباحثون إلى قياس ما يسمى بالإمكانية الكهربية المستثارة Evoked potentials (EP) وتعرف أيضاً بالإمكانية الكهربية المرتبطة بالحدث Event-related potential (ERP) وهو مقياس للنشاط الكهربي في المخ والناتج كاستجابة لتقديم مثير معين. وبالتالي فهو يحدد «وقت» حدوث العمليات العقلية المختلفة في المخ كاستجابة لهذا المثير، الأمر الذي يؤدي إلى حدوث تيار كهربي ثنائي القطب dipole قد يكون موجباً أو سالباً. وهكذا يؤدي ظهور المثير إلى تغيير في الخلايا العصبية النشطة، وبالتالي في التيار الكهربي ثنائي القطب، مما يؤدي بدوره إلى تغيير شكل الموجات الكهربية المسجلة في الأقطاب الكهربية المزروعة في الرأس.

وربما كانت أولى المحاولات المبكرة للاستفادة من قياس الإمكانية الكهربية المستثارة في دراسة الذكاء هي محاولات أرتل في النصف الثاني من الستينيات في القرن الماضي، والتي أظهر فيها وجود ارتباط موجب بين حجم الإمكانية الكهربية المستثارة من ناحية والذكاء كما يقاس بالاختبارات السيكومترية من ناحية أخرى. إلا أن هذه الجهود لم يقدر لها النجاح بشكل كامل نظراً إلى فشل العديد من الجهود اللاحقة في تكرار نتائج أرتل وفي الثمانينيات حاول شيفر دراسة العلاقة بين الإمكانية الكهربية المستثارة والذكاء من منظور مختلف. فإذا كان المكون «م 300» يشير إلى عدم ألفة أو مفاجأة المثير للمفحوص، فقد

افترض شافر أن الأشخاص الأكثر ذكاء يبذلون جهداً ذهنياً أكبر في التعامل مع المثيرات الجديدة وغير المألوفة من الأشخاص الأقل ذكاء، في حين أنهم ـ أي الأكثر ذكاء ـ يبذلون جهداً أقل في معالجة المثيرات القديمة والمألوفة لهم. وبعبارة أخرى فإن الأشخاص الأكثر ذكاء حسب هذا المنطق ـ لديهم فروق أكبر في حجم «م 300» بين استجاباتهم للمثيرات غير المألوفة واستجابتهم للمثيرات المألوفة، وذلك بالمقارنة بالأفراد الأقل ذكاء. واتساقاً مع هذا المنطق، وجد شافر معامل ارتباط يبلغ 0,82 بين هذا الفرق (أي بين قياس «م 300» في حالة المثيرات المألوفة والمثيرات غير المألوفة) من ناحية وبين الذكاء، كما يقاس بالاختبارات التقليدية، من ناحية أخرى.

أما أكبر دراسة[1] تمت لدراسة نشاط أجزاء المخ المختلفة في أثناء أداء بعض العمليات العقلية المرتبطة بالذكاء العام، فقد أنجزها غراي وزملاؤه في العام 2003 على عينة من 48 شخصاً قاموا في البداية بأداء اختبار المصفوفات المتتابعة لرافن كاختبار للذكاء السائل، ثم تم تصوير نشاط الأجزاء المختلفة من المخ لديهم باستخدام الرنين المغناطيسي في أثناء أدائهم اختباراً للذاكرة العاملة. وبوجه عام، وجد غراي وزملاؤه أن المفحوصين الأعلى ذكاء كانوا أكثر قدرة ودقة في اختبار الذاكرة العاملة. كما أظهر تصوير المخ لديهم نشاطاً أكبر في العديد من مناطق المخ مثل الفصوص: الجبهي والصدغي والجداري، وفي الجزء العلوي

(1) المرجع السابق، ص150 ـ 151.

من الحزام الدائري الأمامي dorsal anterior cingulate وفي المخيخ الجانبي، ولكن استخدام تحليل الانحدار أظهر أن المناطق الأكثر أهمية في ارتباطها بالذكاء العام هي المناطق الفبجبهية ومناطق الفص الجداري.

وفي هذا السياق نفسه قام جيك وهانسن بدراسة حديثة للتعرف على الأنشطة المخية المرتبطة بالذكاء السائل كما يقاس باختبار سلاسل الحروف letter strings. وأشارت نتائج هذه الدراسة إلى وجود نشاط مخي مصاحب لأداء الاختبارات في مناطق الفص الجبهي وتجويفات الجبهة العليا والوسطى، وكذلك في الحزام الدائري الأمامي والقشرة المخية الموازية للحزام الدائري paracingulate cortex. ويرى الباحثون أن ارتباط هذه المناطق بالذكاء اللفظي في هذه الدراسة وفي دراسات أخرى يشير إلى أن الذكاء السائل المرتبط بالجوانب اللفظية (كما في اختبار سلاسل الحرف) ربما يشكل أساساً للقدرة العقلية العامة بشقيها اللفظي المتبلور والبصري المكاني السائل.

وهكذا تقدم تقنيات تصوير إخراج البوزيترون والتصوير بالرنين المغناطيسي نتائج متباينة فيما يتعلق بوجود أساس عصبي واحد للذكاء أو وجود عدة مناطق في المخ مسؤولة عنه. والواقع أن هذا التباين يمكن فهمه ـ في رأي المؤلف ـ في ضوء بعض الاعتبارات: أولها الحداثة النسبية لاستخدام هذه التقنيات في دراسة الذكاء والصغر النسبي لحجم العينات المستخدمة في هذه الدراسات (باستثناء دراسة غراي وزملائه). أما ثاني هذه الاعتبارات فهو الاختلاف بين هذه الدراسات

في ما إذا كان يُقارَن نشاط المخ في أثناء القيام بمهام عقلية مختلفة (مثلاً في أثناء أداء اختبار لفظي أو بصري مكاني) أو أنه يقاس نشاط المخ في أثناء أداء المهام العقلية نفسها، وذلك بعد تصنيف المفحوصين إلى مرتفعي الذكاء ومنخفضيه. ومن شأن هذا الاختلاف في التصميم أن يؤدي إلى صعوبة الوصول إلى استنتاجات عامة من هذه الدراسات: فالحالة الأولى (أي قياس نشاط المخ في أثناء أداء مهام مختلفة) تؤدي إلى إلقاء الضوء على الاختلاف بين متطلبات هذه المهام وما تستثيره من أنشطة مخية مختلفة. أما الحالة الثانية (أي قياس نشاط المخ لدى مرتفعي الذكاء ومنخفضيه في أثناء أداء المهام نفسها)، فهي تلقي الضوء على الفروق الفردية واختلاف نشاط المخ بين الأفراد مرتفعي الذكاء ومنخفضيه. أما الثالث ـ وربما أهم ـ الاعتبارات التي تفسر اختلاف نتائج الدراسات الوظيفية حول إسهام أجزاء المخ المختلفة في الذكاء فهو عدم وضوح ميكانيزم أو آلية لتأثير المناطق النشطة من المخ (مثل الفص الجبهي الذي يتكرر ظهوره بوضوح في نتائج هذه الدراسات) على السلوك الذكي. وهو القصور الذي ناقشه هؤلاء الباحثون أنفسهم. بل يذهب سترنبرغ إلى أبعد من ذلك، إذ يرى أن هذه الدراسات تعاني من المشاكل التقليدية المرتبطة بمعامل الارتباط. فوجود نشاط لأحد أجزاء المخ في أثناء أداء السلوك الذكي لا يوضح ما إذا كانت استثارة هذا الجزء من المخ هي التي أدت إلى السلوك الذكي، أو أن السلوك الذكي ـ بالعكس ـ هو الذي أدى إلى استثارة هذا الجزء من المخ.

صدر منها:

- كواليس لعبة التفكير
- بالضربة القاضية!
- بين الجنون والعبقرية
- إنتبه! أنت مبدع
- من هو العبقري؟
- تفكيك ألغاز الدماغ
- أدمغة من ذهب
- المرأة أذكى من الرجل!
- الطفل النابغة





